



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

PROGRAMA DE DOCTORADO EN OCEANOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

**LOS FORAMINÍFEROS DE LOS DISTINTOS AMBIENTES
SEDIMENTARIOS DE MASPALOMAS: PLATAFORMA, PLAYAS,
DUNAS, LAGOON COSTERO Y MATERIALES SUBYACENTES.
APORTACIONES AL ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE ESTE SISTEMA**

Tesis Doctoral realizada por Isora Sánchez Pérez

Dirigida por los doctores Ignacio Alonso Bilbao y Juan Usera Mata

Fdo: Ignacio Alonso B.

Fdo: Juan Usera M.

Fdo: Isora Sánchez P.

Las Palmas de Gran Canaria, Mayo de 2010

A todos los seres

AUGURIES OF INNOCENCE

To see a world in a grain of sand
And Heaven in a wild flower
Hold infinity in the palm of your hand
And eternity in an hour.

William Blake



Agradecimientos

Muchos son los que, con su amor, amistad y apoyo, me han ayudado a llegar hasta aquí. Todos ellos, hacen que me sienta muy afortunada y que todo este esfuerzo haya merecido la pena.

A mis directores, el Dr. Ignacio Alonso Bilbao y el Dr. Juan Usera Mata, por brindarme su Saber científico a la vez que su amistad.

Gracias Nacho porque sin tu ayuda esta tesis no habría sido posible, has estado en todo, campo, laboratorio, supervisión y siempre con tu mejor sonrisa.

Gracias Juan por trasmitirme tu entusiasmo hacia unos seres tan bellos y peculiares que embelesan incluso al más profano. Los momentos de lupa y microscopio a tu lado han sido realmente entrañables y muy divertidos. ¡Qué vivan las papas arrugás!

A la Dra. Emma Pérez-Chacón, mi directora en la sombra, gracias a ella he podido “ser legal”. Gracias por confiar en mí desde el principio y apoyarme en todo. ¡Gracias por tu amistad y esos “Quiches” tan ricos!

Al Dr. José Mangas por su cariño y amistad. Porque siempre tienes algo positivo que decir y nunca falta tu buena disposición para ayudar en lo que sea.

Al Dr. Ángelo Santana que a pesar de tener un millón de cosas nunca dudó en buscarme un huequito en su agenda. Estoy infinitamente agradecida, pues sin esas clases particulares de estadística los números de esta tesis seguirían sin sentido.

Al Dr. Alejandro Cearreta, porque sin serlo, fue mi director. Gracias por hacerme sentir como en familia y gracias por darme tan buenos consejos.

A la Dra. Irene Alejo, los momentos compartidos son un lujo para mí. Gracias.

Creo que una de las mejores cosas que me ha brindado el desarrollo de esta tesis es conocer a tantas personas maravillosas. Mi amiga Susana Costas, también conicida por “Chuchi”, espléndida xente!, e a Isabel Mendes. Menina Isabel, sem você o caminho não teria sido o mesmo. Tua amizade é das melhores coisas que tive no mundo dos foraminíferos e estará sempre no meu coração. Um dia de cada vez! Obrigada!

A lo largo del periplo que he tenido que hacer, Valencia ha sido clave. Por ello, quiero hacer constancia de mi más sincero agradecimiento a todos los miembros del Departamento de Geología de la Universitat de València por las muestras de apoyo desinteresado que siempre recibí. En especial, Ana García Forner, siempre atenta y cariñosa y Carmen Alberola, por sus ánimos y compañía.

Tengo que agradecer enormemente la ayuda y el cariño de mi amigo Pablo Plasencia, que me ha demostrado que siempre puedo contar con él.

A mi amigo Jordi Guillem, gracias por tus aportaciones a este trabajo y por compartir conmigo, tan generosamente, tus conocimientos. Pero sobre todo, gracias por hacer más amenas las horas de lupa.

Mientras estuve en Valencia cogimos la buena costumbre de irnos de cena o al cine algún día y después, cuando he regresado, nunca ha faltado una salidita para conmemorar los buenos tiempos. No hubiesen sido lo mismo sin ti Fernando, Quique, Plinio y Alberto. Gracias a los cuatro por su amistad, que ha significado tanto para mí y que tengo en mucha estima.

Pero... ¿cómo llegué aquí?... Bueno, resumiendo mucho, pero mucho, uno de los principales “culpables” es mi queridísimo Pepelu. Fue en unas jornadas de Paleontología de la ULL donde me convenció de que no había nada más interesante que la Paleo...

A veces los acontecimientos que parecen menos relevantes te llevan a las experiencias y momentos más importantes de tu vida. Así pasé de unas modestas jornadas de Paleo en Tenerife a unas estupendas excavaciones en Cuenca y a un doctorado entre Valencia, Madrid y finalmente Gran Canaria.

Mientras estuve en Madrid, Pepelu fue mi tutor, pero sobre todo y por encima de todo, fue y sigue siendo un excepcional amigo. Un amigo que me abrió las puertas de su casa y su corazón, y que convirtió su familia en la mía. Dña. Mercedes me trató como a una hija y Copito nunca ha dejado de alegrarse con mis visitas. ¡Y esos domingos en familia! GRACIAS.

En Madrid también tuve la suerte de tropezarme con Santi, Magec. Los aborígenes de las Islas Canarias llamaban Magec al Sol y eso es lo que representas para mí.

Aquí, en Gran Canaria, tengo que agradecer de forma muy especial tanto la ayuda que me han prestado como esos ratitos del café-agüita a todos mis compañeros de laboratorio Laura, Pili, Esmeralda, Alex, Annety y Tatiana. Así como a mis compañeros de Geografía, Antonio, Lidia, Pablo, Emilio, Nati y Eli.

Quisiera resaltar a mi compi más cercana, Laura, con quien he compartido momentos realmente mágicos, como mi primera campaña en Lanzarote de acampada en sus dunas, y con quién, afortunadamente, siempre se puede hablar. Gracias por todo Laura.

A mi amiga Inma Menéndez, gracias por brindarme tu amistad desde el primer momento y por ayudarme siempre en lo que necesitara.

A Luis Hernández por ser fuente de inspiración y compartir conmigo tantas cosas, incluso Maspalomas... ¡Qué sigue y seguirá teniendo muchos enigmas!

Pero si hay una persona a la que le tenga que agradecer haber llegado hasta aquí, es a mi madre. Una mujer valiente y luchadora, que con su ejemplo de superación siempre me ha inspirado y me ha enseñado el valor de seguir adelante. Tu apoyo y ayuda incondicional han sido el pilar más fuerte que haya podido tener.

Por otro lado mi padre, con sus reflexiones sobre la vida y su espíritu de Naturalista, que me transmitió desde pequeña. Puchi, tus enseñanzas y consejos han hecho que llegara a mejor puerto. Y Cande, con su amor y apoyo que nunca me han faltado.

Quiero dedicar una mención especial a mi abuela María, que me vio comenzar este trabajo. Ya no podré compartir contigo la alegría de verlo terminado... pero me queda la alegría de haber compartido nuestras vidas.

Es genial tener una abuela porque siempre te miman y yo tengo a mi abuela Nieves. Ella me ha enseñado muchas cosas desde chiquitita, incluso latín. Su saber siempre ha estado presente, incluso en el título de este trabajo. Gracias abuela.

A veces pienso que cómo puedo ser tan afortunada... tengo una familia genial y además muy numerosa... ¡No voy a poder nombrarlos a todos!, lo siento.

Mi tío madrina Tere, siempre lista cuando se la necesita. Gracias a ella y sus remedios, todo ha sido más fácil. Muchísimas gracias.

Mi tío Senén, las charlas contigo han sido muy enriquecedoras. Mi tía Nieves siempre amorosa; Nelson y Mary Carmen, con su ejemplo de superación y cariño; mis tíos Ramón y Ana, siempre optimistas y haciéndome sentir como una reina...
GRACIAS.

¡Y cómo no! mis primos Ruymán y Rayco, que han sido como mis hermanos, y sus chicas, Cristina y Rocío. Mis primos, colegas bichólogos y sobre todo amigos Aure y Bene.

Muy especialmente quiero dedicar unas palabras a mi prima Silvia. Su ayuda en el campo, en el laboratorio y en todo lo que hiciera falta, ha sido crucial. Compartir con ella tantos momentos de esta tesis ha sido un lujo y un privilegio. Gracias de todo corazón. Gracias también a todos los miembros de la familia Rodríguez Valido, por su apoyo y amor.

Al Cabildo de Gran Canaria, institución que me concedió la beca de doctorado. A la Consejería de Medio Ambiente y a Miguel Ángel Peña por facilitarme los permisos para el muestreo en la Charca de Maspalomas.

A la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y en especial a Alejandro González Rodríguez por su paciencia y atención ante cualquier problema burocrático. Muy especialmente a Avelina Fernández, bibliotecaria jefe y a todo el servicio de la Biblioteca por su gran eficacia y excelente trabajo.

A todos los miembros del Departamento de Física y PAS de conserjería, en especial a Rito siempre atento y amable.

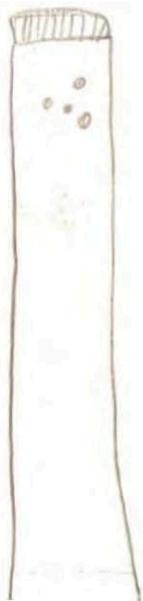
A la tripulación del García del Cid por su ayuda y esfuerzo más allá de sus obligaciones, que hicieron que las campañas fueran inolvidables.

Esta tesis doctoral ha sido posible también gracias a los proyectos de investigación en los que he participado:

-Ministerio de Ciencia y Tecnología (REN2003-05947/GLO)

-Ministerio de Ciencia y Tecnología (SEJ2007-64959/GEOG)

-Estudio integral de la playa y dunas de Maspalomas. D.G. Costas, Ministerio de Medio Ambiente.



Los foraminíferos
son unos bichitos pequeños
que se estudian en la univer-
sidad. Los foraminíferos viven
en el mar y son muchísimo
y para verlos se ven
con un microscopio. Y sin
un microscopio no se puede
ver bien.

ÍNDICE

Capítulo I: Introducción

1.1. Objetivos	3
1.2. Los foraminíferos y la micropaleontología	4
1.3. Aplicaciones del estudio de los foraminíferos	8
1.4. Estudios previos de foraminíferos en Canarias	13

Capítulo II: La zona de estudio

2.1. Introducción general a la zona de estudio	19
2.2. Marco geológico y geográfico	21
2.2.1. Entorno geológico	21
2.2.2. Entorno geográfico	24
2.3. Reseñas históricas sobre Maspalomas	27
2.4. Estudios previos	35

Capítulo III: La plataforma

3.1. Introducción	39
3.1.1. Características generales de la plataforma marina	40
3.1.2. Características oceanográficas	46
3.2. Metodología	46
3.2.1. Muestreo	46
3.2.2. Análisis de las muestras	50
3.2.2.1. Análisis del contenido en foraminíferos	50
3.2.2.2. Análisis sedimentológico	51
3.2.3. Tratamiento estadístico	52
3.2.3.1. Análisis clusters	52
3.2.3.2. Análisis de correspondencias canónicas	54
3.2.3.3. Cálculo de la diversidad	54
3.3. Resultados	56

3.3.1. Contenido en foraminíferos	56
3.3.2. Parámetros sedimentológicos	64
3.4. Discusión	68

Capítulo IV: Playas y dunas

4.1. Introducción	85
4.1.1. Características generales de las playas	87
4.1.2. Características generales del campo de dunas	89
4.2. Metodología	93
4.3. Resultados	96
4.3.1. Muestras de playa	96
4.3.2. Muestras de dunas	100
4.3.3. Análisis cluster	102
4.4. Discusión	104
4.4.1. Muestras de playa	104
4.4.2. Muestras de dunas	105

Capítulo V: La Charca de Maspalomas

5.1. Introducción	109
5.1.1. Características generales	109
5.1.2. Cambios históricos	110
5.1.3. Análisis de la situación en las últimas décadas	113
5.2. Metodología	116
5.3. Resultados	120
5.4. Discusión	126

Capítulo VI: Los materiales subyacentes

6.1. Introducción	135
6.2. Metodología	136
6.2.1. Muestreo	136
6.2.2. Análisis de las muestras	137

6.2.3. Tratamiento estadístico	139
6.3. Resultados	139
6.4. Discusión	147

Capítulo VII: Relación de especies

7.1. Introducción	153
7.2. Foraminíferos bentónicos	153
7.2.1. Especies de caparazón aglutinado	153
7.2.2. Especies de caparazónaporcelanado	155
7.2.3. Especies de caparazón hialino	160
7.3. Foraminíferos planctónicos	172
7.4. Láminas	176

Capítulo VIII: Síntesis y conclusiones

8.1. Conclusiones del estudio de foraminíferos	193
8.2. Aportaciones al origen y evolución de Maspalomas	197

Referencias	205
--------------------------	-----

Anexo	221
--------------------	-----



Fig: x.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Fig: x.



Fig:





1.1. OBJETIVOS

Maspalomas sufre actualmente una grave erosión que está transformando rápidamente un paisaje emblemático y de gran importancia socioeconómica para la isla de Gran Canaria. Esta problemática nos ha llevado a reflexionar sobre el conocimiento que en la actualidad se dispone acerca de este sistema. De dicha reflexión surge esta Tesis, que tiene por principal objetivo el estudiar y ampliar la información que tenemos sobre este sistema utilizando como herramienta la Micropaleontología.

Dado que en este campo de dunas los aportes sedimentarios proceden de las playas, y a éstas las arenas llegan –o pueden llegar- de la plataforma, es imprescindible estudiar el sistema en su conjunto, caracterizando cada uno de estos ambientes. Por otra parte, en la misma zona de estudio se encuentra la única laguna costera de Gran Canaria –conocida como la Charca de Maspalomas-. Su importancia ecológica y sus peculiaridades hidrológicas nos han impulsado a considerarla como un ambiente diferenciado del resto. Por último, las claves sobre la génesis y evolución del campo de dunas las hemos buscado no en los materiales que afloran, sino en los que están debajo de las propias dunas.

Por todo ello, los objetivos concretos que se han definido en esta tesis son los siguientes:

- a) Desarrollo de una nueva línea de investigación en Canarias.
- b) Ampliación del conocimiento del medio marino de la zona de estudio con la identificación de las especies y asociaciones de foraminíferos que encontramos en la plataforma meridional de Gran Canaria.
- c) Identificación de las especies y asociaciones de foraminíferos existentes en las distintas playas del sector meridional de la isla, con especial hincapié en las playas de El Inglés y Maspalomas. Correlación con los organismos encontrados en la plataforma.
- d) Estudio de los foraminíferos presentes en las dunas de Maspalomas y su correlación con los materiales encontrados en las playas adyacentes.
- e) Estudio del contenido en foraminíferos de los sedimentos de la Charca de Maspalomas y su correlación con los existentes en la playa adyacente.

- f) Caracterización del contenido en foraminíferos de los materiales sedimentarios que subyacen bajo el campo de dunas.
- g) Establecimiento de un modelo que permita explicar la génesis y evolución de Maspalomas.
- h) Actualización –y potencial ampliación- del banco de datos de biodiversidad de las Islas Canarias en lo referente al Orden Foraminiferida.

1.2. LOS FORAMINÍFEROS Y LA MICROPALEONTOLOGÍA

Hoy en día los microfósiles más estudiados y que cuentan con mayor número de especialistas dedicados a su estudio son los foraminíferos. Algunos de ellos se pueden observar a simple vista y por esta razón se conocen ya desde la antigüedad, aunque por lo general fueron interpretados incorrectamente. Así, a Herodoto (siglo V a.C.) y Plinio (23 a. C.- 79) se les atribuye la famosa leyenda de que los *Nummulites* (diminutivo de la palabra latina *nummus* que significa "pequeña moneda" haciendo referencia a su forma) eran lentejas petrificadas, procedentes de los restos de la comida de los obreros que construyeron las pirámides. Durante mucho tiempo, tanto los *Nummulites* como otros grandes foraminíferos pasaron a la historia como lentejas, monedas petrificadas u otros objetos. Hoy día se sabe que los *Nummulites* están presentes en las rocas calizas eocenas de Egipto mediante las cuales se construyeron las pirámides (Fig. 1.1).



Figura 1.1. *Nummulites* presentes en las rocas calizas eocenas de las Pirámides de Egipto.



La primera ilustración de un foraminífero se le atribuye a Robert Hooke (1665) (Fig. 1.2), quien observando arena con sus lentes de aumento, vio entre los granos de ésta lo que parecía ser una concha. Le llamó tanto la atención aquella pequeña concha, que la separó del resto de la arena para observarla bajo el microscopio. Quedó muy sorprendido al descubrir que a ambos lados poseía una serie de divisiones que se enroscaban formando una espiral plana. Por esta razón, lo interpretó como un pequeño caracol acuático petrificado.

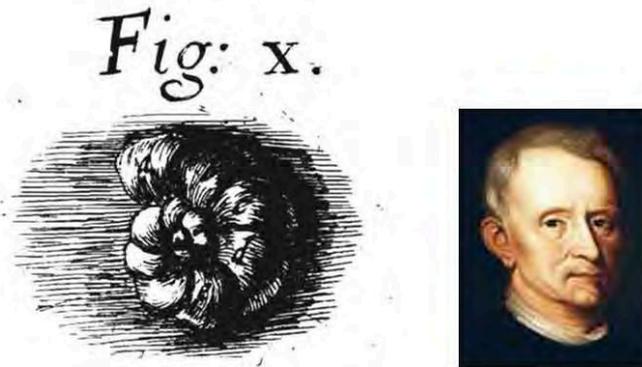


Figura 1.2. La primera ilustración de un foraminífero y su autor, Robert Hooke.

Posteriormente, en 1700, sería Linnaeus quién le pondría nombre al pequeño caracol acuático de Hooke: *Nautilus beccarii*, nombre que sigue vigente en la actualidad dentro del género *Ammonia*.

Con la publicación de la gran obra de Linnaeus, *Systema Naturae*, nace la moderna clasificación de los seres vivos y los foraminíferos encuentran por primera vez un lugar en el esquema de la naturaleza. Sin embargo, tanto Linnaeus como otros naturalistas europeos posteriores, Lamarck, Defrance, etc., consideraron a los foraminíferos como cefalópodos politalámicos.

Dentro del estudio de los organismos microscópicos, que fue una de las líneas que mayor desarrollo tuvo a lo largo del siglo XIX, podemos destacar al naturalista francés Alcide Charles Victor Marie Dessalines d'Orbigny (1802-1857) (Fig. 1.3). Considerado actualmente como el padre de la Micropaleontología, nace en Couëron, cerca de Nantes, el 6 de Septiembre de 1802 en el seno de una familia con una gran tradición en el mundo de la ciencia. Desde muy temprana edad Alcide d'Orbigny conoce el mundo de la Historia Natural de la mano de su padre Charles-Marie. En 1820 se trasladan a La Rochelle, donde el esplendor cultural de esta ciudad abierta al mar aumenta en d'Orbigny el entusiasmo por las ciencias naturales y los viajes.



Figura 1.3. Alcide Charles Victor Marie Dessalines d'Orbigny (1802-1857)

Es en el litoral Atlántico de La Rochelle donde d'Orbigny se apasiona por el estudio de los organismos que él mismo denominaría: foraminíferos. A los 23 años de edad, ante la *Académie des Sciences* de París, d'Orbigny presenta su primer trabajo sobre estos microorganismos. En dicho trabajo d'Orbigny revisa su clasificación y los separa en un grupo independiente, ya que hasta ese momento se habían considerado como cefalópodos microscópicos (Venec-Peyre, 2005).

El 7 de Noviembre de 1825 en la sesión de la *Académie des Sciences*, Geofroy Saint-Hilaire y Latraille describen este nuevo Orden, como conformado por multitud de especies de tamaño muy pequeño y complicado de estudiar, y confirman la creación de este Orden por Alcide d'Orbigny. Aunque no será hasta 1835 cuando Felix Dujardin (1801-1860) señale su verdadera naturaleza unicelular y acuñe el término de *Rhizopoda* (Fig. 1.4), en el que se incluirán finalmente.

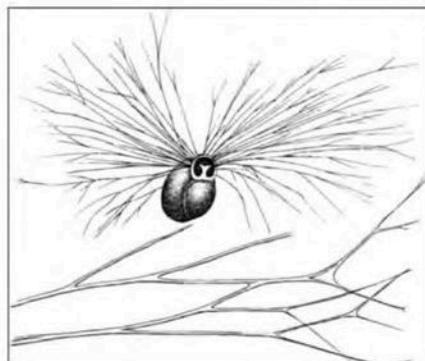


Figura 1.4. Ilustración de un miliólido con sus pseudopodios extendidos según Dujardin.



Un año después de la presentación de su primer trabajo, en 1826, d'Orbigny publica *Tableau Méthodique*, en *Les Annales de Sciences Naturelles*, con el que se gana el reconocimiento de los científicos de la época (Cifelli, 1990). Entre ellos, nada más y nada menos que el de Georges Cuvier que queda impresionado con este joven científico.

Con este trabajo se puede decir que comienza la era de la Micropaleontología, y seguramente ni siquiera el propio Alcide d'Orbigny imaginaba las importantes implicaciones que esta nueva disciplina iba a tener, no sólo en numerosas ramas de la ciencia sino también a nivel económico.

Los foraminíferos (del latín *foramen*, agujero y *ferre*, llevar) son protozoos fundamentalmente marinos, del grupo de los Rizópodos (Foucault y Raoult, 1985) cuyo tamaño puede variar desde 0.05 mm a varios centímetros. Algunos de sus representantes llegaron a mostrar proporciones gigantescas, teniendo en cuenta que son organismos unicelulares. Este es el caso de la especie ya extinta *Lepidocyclina elephantina* (Lemoine y Douvillé, 1904) que, con más de 14 cm de diámetro, es de las mayores encontradas hasta el momento (Grell, 1973). En la actualidad constituyen el grupo más diverso de los océanos y son muy abundantes.

Asimismo también fueron muy abundantes en el pasado. En el caso de los foraminíferos bentónicos aparecen fósiles en rocas sedimentarias desde el Cámbrico hasta la actualidad, mientras que los fósiles más antiguos que se conocen de foraminíferos planctónicos corresponden al Jurásico. En 1846, Alcide d'Orbigny determinó 68 géneros de foraminíferos y estimó que existían unas 1000 especies de foraminíferos modernos. Hoy en día hay descritos 878 géneros y se estima que existen más de 10.000 especies, de las que aproximadamente la mitad son actuales y el resto son fósiles.

Estos protistas unicelulares están provistos de un caparazón orgánico o inorgánico que les protege. En la mayoría de los casos está compuesto de carbonato cálcico y se conserva con facilidad después de la muerte del individuo (Fig. 1.5). En el caso de los caparazones aglutinantes, en los que el foraminífero construye su caparazón con partículas del medio que le rodea, podemos encontrar otros minerales. Este potencial de conservación unido a su gran abundancia, diversidad y su enorme sensibilidad a los cambios medioambientales, convierten a este grupo en una excelente herramienta para estudios en el campo de la Geología, así como para estudios ecológicos y ambientales (Murray, 1991; Murray, 2006; Donnici y Barbero, 2002).

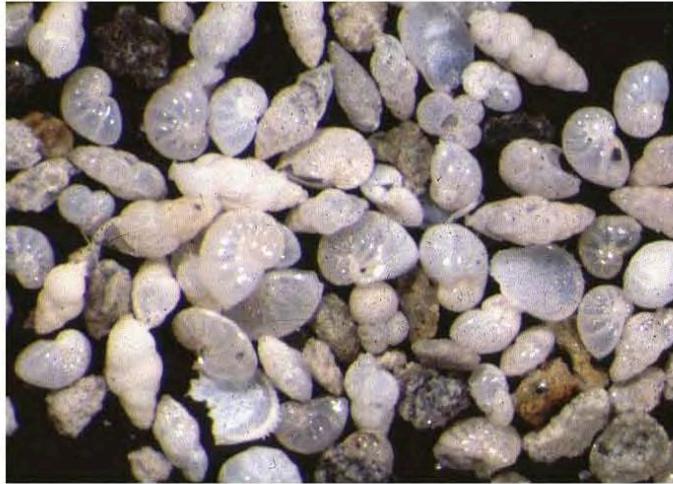


Figura 1.5. Caparazones de foraminíferos vistos bajo lupa binocular.

Biológicamente hablando hay dos características fundamentales que destacan en este grupo además de el hecho de poseer un caparazón orgánico. Todos los foraminíferos cuentan con granoreticulopodios, es decir, que el interior de los seudópodos está finamente granulado. Gracias al flujo bidireccional de estos gránulos citoplasmáticos se produce la expansión y retracción de los seudópodos.

Por otro lado, hay que destacar que en general su ciclo de vida se caracteriza por una alternancia de generaciones sexuales y asexuales (Goldstein, 1999). Sin embargo, algunas especies se reproducen únicamente de forma asexual o también, en ocasiones cuando las condiciones son estables, la fase sexuada puede no producirse. Sin embargo lo normal es la alternancia de generaciones que da lugar a un claro dimorfismo (Murray, 1991). Este dimorfismo da lugar a otra peculiaridad de este grupo y es que, dentro de la misma especie, haya individuos considerablemente diferentes unos de otros.

1.3. APLICACIONES DEL ESTUDIO DE LOS FORAMINÍFEROS

En 1854 Ehrenberg separa por primera vez la micropaleontología de otras disciplinas, utilizando el término de “microgeología”. Sin embargo, el término micropaleontología no se recoge hasta 1883 en un trabajo realizado por Ford sobre briozoos de Canadá (Molina, 2004).



Aunque el término micropaleontología llegó más tarde, el estudio de los foraminíferos constituye el amanecer de esta disciplina y aún hoy son los microfósiles más utilizados.

August E. Reuss (1811-1873) continúa los estudios de d'Orbigny y en 1861 propone la primera clasificación moderna de foraminíferos basada en los caracteres de la concha: existencia de perforaciones y naturaleza de la pared. Muchos son los trabajos que se suceden en esta época sobre foraminíferos.

Durante el siglo XIX, en el que predominó la labor taxonómica, fueron descritas una gran cantidad de especies animales y vegetales. La rivalidad entre los naturalistas era muy grande y eso dificultaba la unidad de criterios. Sin embargo, debido a que los foraminíferos en aquel entonces eran considerados un grupo de organismos poco significativos y sin importancia económica, no se despiertan estas rivalidades. Surge así un grupo de investigadores que los estudiaban casi como un entretenimiento para satisfacer su curiosidad científica, entre los que destacan los trabajos llevados a cabo por William K. Parker (1823-1890), T. Rupert Jones (1819-1911), William C. Williamson (1816-1895), William B. Carpenter (1813-1885) o Henry Bowman Brady (1835-1891) (Fig. 1.6). Estos autores formaron lo que se denomina "Escuela Inglesa" y consiguieron expresar una opinión común sobre la naturaleza de los foraminíferos, siendo en general muy críticos con d'Orbigny.

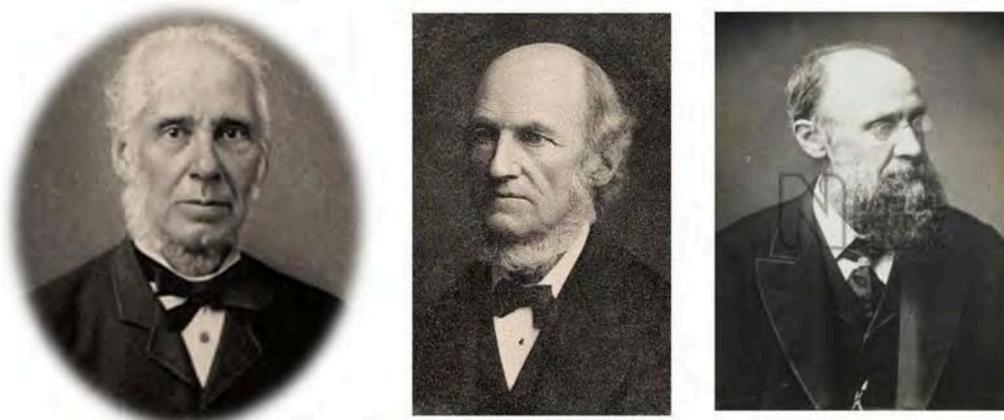


Figura.1.6. William K. Parker, William B. Carpenter y Henry Bowman Brady

La "Escuela Inglesa", sobre todo Carpenter, consideraba que la clasificación de d'Orbigny era totalmente artificial ya que se basaba en el tipo de desarrollo de la concha y para ellos éste era un carácter enormemente variable. Fueron muy duros con d'Orbigny y dejaron patente en sus trabajos su idea de la exagerada variabilidad de este grupo.

Estos autores consideraban que la variabilidad intraespecífica de los foraminíferos era tan grande que según ellos era muy difícil diferenciar especies con criterios claros. Debido al peso que tenían sus trabajos en la época, el desarrollo de la aplicación de estos organismos, en el campo de la estratigrafía, se vio frenada e infravalorada.

A finales del siglo XIX, gracias a los estudios de diferentes testigos de sondeos, los foraminíferos revelaron su gran utilidad a la hora de determinar la edad de los materiales, y comienza una nueva era en la aplicación de los foraminíferos. Tanto es así, que el propio Brady se retira en 1876 a la edad de 42 años para dedicarse completamente al estudio de foraminíferos y, dos años después, comienza a trabajar en las muestras de la expedición del *H.M.S. Challenger* (primer buque oceanográfico que realizó una campaña continuada para explorar todos los océanos de la Tierra. Fig. 1.7 y Fig. 1.8).



Figura 1.7. Dibujo de la época del buque oceanográfico Challenger, tras su botadura en 1872.

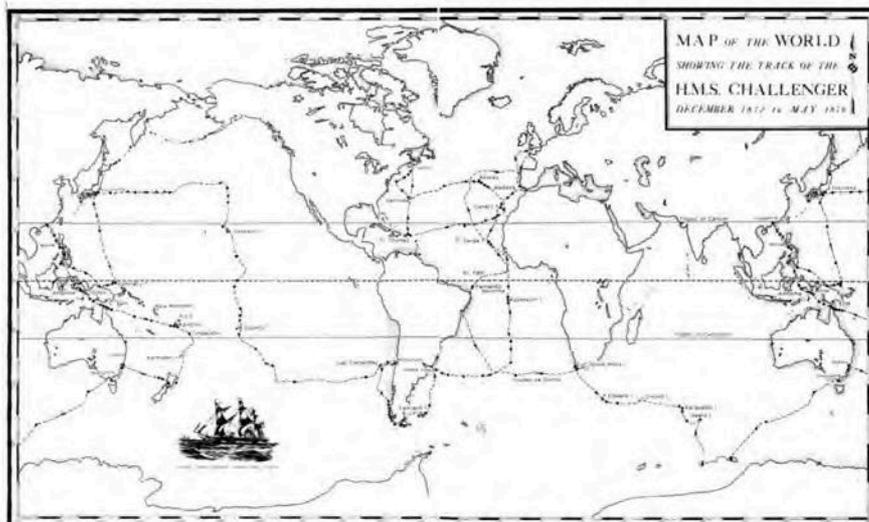


Figura 1.8. Representación en un mapa de la ruta del Challenger.



Uno de los hitos en el estudio de los foraminíferos que cambia por completo la visión de la utilidad de estos organismos es su aplicación en el campo de la prospección petrolífera. Fue Grzybowski (1897) el primero en llevar a cabo este tipo de estudios y, aunque su trabajo pasa desapercibido al estar escrito en polaco, se abren nuevos horizontes en el campo de la micropaleontología.

En 1900 los estudios de foraminíferos procedentes de perforaciones petrolíferas comienzan a tener un desarrollo espectacular, sobre todo en EE.UU. Tras la primera guerra mundial, la prospección petrolífera en este país se amplía de tal forma que las compañías petroleras crean sus propios laboratorios con especialistas en foraminíferos.

Este hecho conlleva un asombroso avance en el conocimiento de este grupo, aunque muchos estudios eran clasificados como “Top secret” debido a la importancia económica y por tanto quedaron ocultos para la ciencia.

Uno de los grandes y más renombrados pioneros en estos estudios es Joseph A. Cushman (1881-1949). Cushman realiza su tesis doctoral en foraminíferos y convierte el estudio de éstos en una profesión, creando en 1923 su propio laboratorio (Fig. 1.9).



Figura 1.9. Joseph A. Cushman.

En España los estudios de foraminíferos comienzan a través del trabajo de investigadores extranjeros como Verneuil (1805-1873) quien cita en sus publicaciones especies de macroforaminíferos. Es en el siglo XX cuando comienzan a aparecer en España micropaleontólogos que realizan estudios de gran rigor

científico en el campo de los foraminíferos, como son Gómez Lluca o Ruiz de Gaona. Sin embargo, es Guillem Colom (1900-1993) quien destaca entre los micropaleontólogos españoles, con más de 200 trabajos entre artículos, monografías y libros de divulgación científica (Fig. 1.10).



Figura 1.10. Guillem Colom Casanovas.

En los últimos tiempos los estudios de foraminíferos se han desarrollado en medios académicos independientes de la industria petrolera y en consultores privados. Por otro lado, estos estudios se han diversificado ampliamente y, hoy en día, las aplicaciones de foraminíferos son numerosas.

Así, muy lejos de ser un problema, al contrario de lo que argumentaba la “Escuela Inglesa”, la gran variabilidad de este grupo unida a su gran abundancia los ha convertido en una herramienta enormemente útil para una gran variedad de estudios. Por supuesto hay que tener en cuenta que los investigadores del siglo XIX no tenían las técnicas instrumentales de estudio con los que contamos hoy en día y por tanto la variabilidad era un problema muy difícil de solucionar.

De esta manera, además de sus aplicaciones en el campo de la bioestratigrafía, poseen un gran valor a la hora de reconstruir paleoambientes, eventoestratigrafía, paleoclimatología, paleoceanografía, etc. Pero no sólo son útiles como microfósiles a la hora de estudiar eventos del pasado, pues su gran abundancia, diversidad y su sensibilidad a cambios medioambientales hacen de este grupo uno de los más indicados para llevar a cabo estudios ecológicos y ambientales (Civis *et al.*, 1989; Murray, 1991; Murray, 2006; Donnici y Barbero, 2002; Molina, 2004).



Así, hoy día encontramos en la literatura científica una asombrosa cantidad y variedad de trabajos sobre aplicaciones de los foraminíferos. Desde estudios sobre evolución de la línea de costa, efectos de mareas o cambios eustáticos (Pekar, 2001; Yamano, 2001; Dupré, M., 1988; Scott, 1980; Wang y Murray, 1983; Cearreta, 1993), sobre eventos de alta energía que provoquen, por ejemplo, depósitos de “flash flood” (Leduc *et al.*, 2002), de *overwash* (Hippensteel, 1999) o depósitos de tsunamis (Williams, 1999), de dinámica sedimentaria de sistemas litorales (Alejo *et al.*, 1999; Gao y Collins, 1995; Sánchez-Pérez, 2005), estudios actuales de ambientes costeros como marjales, albuferas, rías, etc. (Cearreta *et al.*, 2002; Usera *et al.*, 2002; Guillem *et al.*, 2004) o contaminación, medioambiente y relaciones con los factores ambientales (Cundy *et al.*, 2001; Szarek *et al.*, 2006).

1.4. ESTUDIOS PREVIOS DE FORAMINÍFEROS EN CANARIAS

Los primeros estudios de foraminíferos en las Islas Canarias los llevó a cabo nada menos que el propio Alcide d’Orbigny.

Gracias al prestigio que d’Orbigny adquiere entre los naturalistas de la época con su primer trabajo, en el año 1826, el *Museum National d’Histoire Naturelle* de París le nombra naturalista oficial, brindándole la oportunidad de realizar una expedición que partirá hacia América del Sur. Dicha expedición le conducirá a Brasil, Argentina, Uruguay, Chile, Bolivia y Perú, donde su memoria está todavía muy presente.

Este largo viaje, que dura seis años, supone la recolección de una gran cantidad de material cuyo estudio le ocuparía los años posteriores y que daría lugar a nueve volúmenes con cerca de 500 láminas. Entre éstos se incluye el trabajo titulado “*Foraminifères des Iles Canaries*”, que se publica en 1839 dentro de “*Le Histoire Naturelle des Iles Canaries*” de M.M.P. Barker-Webb y Sabin Berthelot.

La colección de “Foraminíferos de las Islas Canarias” se conserva en el Instituto de Paleontología del Museo Nacional de Historia Natural de París, donde ha sido consultada a lo largo del siglo XX por numerosos científicos, entre los que destacan: Terquem, Berthelin, Fornasini y Schlumberger.

Sin embargo, debemos a M. Lys el trabajo más constructivo y completo: examinó todas las preparaciones; reestudió la arena, clasificó las láminas inéditas y todas sus minuciosas observaciones le llevaron a elaborar un fichero de gran utilidad

para los micropaleontólogos. Desgraciadamente, con el curso de los años, un cierto número de tipos ha desaparecido y otros están en mal estado.

La revisión realizada por Le Calvez (1974) de esta colección y sus fotografías al microscopio electrónico de barrido han dado nueva frescura al trabajo de d'Orbigny. En este trabajo cada especie aparece con el nombre asignado por d'Orbigny, la denominación actual (de 1974), la sinonimia, los neotipos o tipos, la localidad, la edad tipo, la diagnosis de d'Orbigny, la descripción del neotipo en su caso, la distribución actual, la distribución estratigráfica y una serie de observaciones de Le Calvez sobre el material. Finaliza el estudio de la especie con la reproducción de los dibujos de d'Orbigny y la figura al microscopio electrónico de los neotipos o topotipos, cuando los hubiere.

Con referencia a los foraminíferos fósiles, existen los trabajos sobre la secuencia mesozoica y cenozoica en la isla de Fuerteventura, en los que se citan foraminíferos bentónicos y planctónicos y se establecen edades del Jurásico Superior/Cretácico y Oligoceno Inferior y Medio (Robertson y Bernouilli, 1982; Robertson y Stillman, 1979a, 1979b). Por otro lado, Alcántara-Carrió (1999) y Alcántara-Carrió *et al.* (2010) han estudiado algunas muestras de arena de edad Pliocena y Pleistocena, procedentes del Istmo de Jandía en Fuerteventura. Existen también algunos trabajos de paleoceanografía resultado del estudio de las muestras procedentes de los Sitios 953 a 956 (Fig. 1.11) del *Ocean Drilling Program* (Brunner y Maniscalco, 1998).

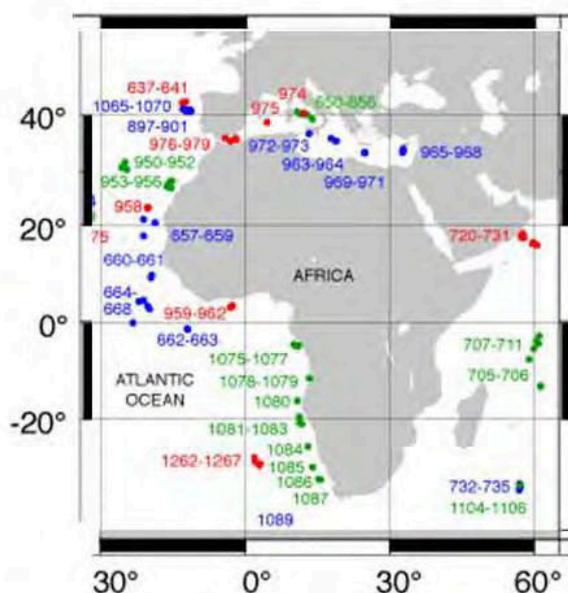


Figura 1.11. Mapa del *Ocean Drilling Program* donde aparece la zona de Canarias.



Como se ha comentado, desde que d'Orbigny realizara los primeros estudios, hace casi dos siglos, apenas se habían llevado a cabo unos pocos trabajos más en las islas. Por ello, en un intento de relanzar los trabajos sobre los foraminíferos de las Islas Canarias, se realizan una serie de estudios sobre foraminíferos donde hay una primera aproximación al conocimiento de las especies de determinados hábitats (Usera *et al.*, 2000; Castillo *et al.*, 2002), una primera aportación al conocimiento de los foraminíferos de las costas de Gran Canaria y Lanzarote (Usera y Sánchez-Pérez, 2002; Pascual y Martín-Rubio, 2004); estudio tafonómico de los caparazones de foraminíferos asociados a la dieta alimenticia de *Diadema antillarum* (Usera *et al.* 2002a); correlación entre las entidades conservadas de foraminíferos de las dunas cuaternarias y playas actuales en Fuerteventura (Alcántara *et al.*, 2000; Usera *et al.*, 2004; Alonso *et al.*, 2006). Por otro lado, se llevan a cabo trabajos en relación con las aplicaciones de la micropaleontología a la dinámica sedimentaria (Sánchez-Pérez *et al.*, 2004; Sánchez-Pérez y Alonso, 2006).

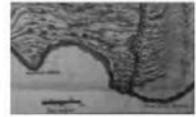
En el año 2005 se publica el artículo específico sobre foraminíferos de Canarias más extenso que se encuentra hasta la fecha, *Determination of the sediment inputs from the upper shelf towards the beaches and dunes of Maspalomas (Gran Canaria) by foraminifera analysis* (Sánchez-Pérez *et al.*, 2005).

Por último encontramos, *Study of sedimentary dynamics by means of foraminiferal analysis in Gran Canaria (Canary Islands- Spain)*, por Sánchez-Pérez *et al.* (2006); *Shortage of sediments in the Maspalomas dune field (Gran Canaria, Canary Islands) deduced from analysis of aerial photographs, foraminiferal content and sediment transport trends* (Hernández *et al.*, 2007); y *Caracterización de los sedimentos subyacentes en la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas (Gran Canaria). Consideraciones acerca del origen de este sistema* (Sánchez-Pérez *et al.*, 2008).

CAPÍTULO II

LA ZONA DE ESTUDIO





2.1. INTRODUCCIÓN GENERAL A LA ZONA DE ESTUDIO

La zona objeto de estudio de esta tesis se encuentra en la isla de Gran Canaria, la cual forma parte del archipiélago canario (Fig. 2.1). Las Islas Canarias se localizan en el sector NE del Atlántico Central, entre los 27°37' y 29°25' de latitud N y los 13°20' y 18°10' de longitud O. Debido a esta localización, Canarias cuenta con una serie de peculiaridades climáticas, oceanográficas y geográficas, que las convierten en un auténtico laboratorio flotante. No en vano, los numerosos estudios científicos de diversa índole que podemos encontrar sobre estas islas, las convierten en uno de los archipiélagos mejor estudiados del mundo.



Figura 2.1. Localización de la zona de estudio.

El extremo meridional de la isla de Gran Canaria alberga uno de los mayores sistemas sedimentarios litorales del archipiélago, denominado Maspalomas (Fig. 2.2). En 1987 fue reconocido como Paraje Natural de Interés Nacional (Ley 12/1987 de Declaración de Espacios Naturales de Canarias) y desde 1994, gracias a su alto valor ecológico, posee la protección que le otorga la figura de Reserva Natural Especial.

Sus admirables características naturales y paisajísticas le confieren, a su vez, un alto valor socioeconómico, siendo el mayor reclamo turístico de la isla. Este hecho, supone una enorme presión para el medio, sometido a una visita anual de 2.800.000 turistas (datos de 2004), cerca del 70% de los turistas que visitan la isla.

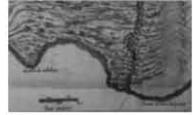


Figura 2.2. Mapa de la zona de estudio

Hay que tener en cuenta que Maspalomas, con más de 100.000 camas en unos 17 km de costa, constituye la principal concentración turística de Canarias, de España y una de las mayores del mundo. Además, su modelo turístico se caracteriza, entre otras cosas, por la importancia del turismo de invierno, rasgo que, si bien se encuentra relativamente generalizado en Canarias, constituyen una excepción a nivel mundial que le proporciona turistas a lo largo del todo el año (Santana, 2003).

El sistema de dunas de Maspalomas se encuentra situado sobre una antigua terraza aluvial formada principalmente por los aportes del barranco de Fataga, cubierta en superficie por depósitos de origen eólico-marino. Este campo de dunas presenta una superficie de unos 3.5 km². Limita al norte con un campo de golf y las urbanizaciones de El Inglés y Campo Internacional, al Oeste por la canalización del barranco de Fataga y la Charca de Maspalomas, al sur por la playa de Maspalomas y al Este por la playa de El Inglés. Estas últimas convergen en la denominada Punta de La Bajeta y ambas conforman una playa con una extensión de 6 km de largo catalogada como Área de Sensibilidad Ecológica.

Maspalomas, al encontrarse en el extremo meridional de Gran Canaria, posee unas condiciones climáticas que vienen determinadas, en gran medida, por el efecto sombra que ejerce la propia isla. Por esta razón, los vientos alisios y la corriente de Canarias tienen, en esta zona, una intensidad mucho menor. Así, cuenta con un clima seco donde la precipitación media anual es inferior a los 100 mm y una temperatura media de 23,5⁰C (Naranjo, 1999).



Gran Canaria, al igual que el resto del archipiélago, está bajo la influencia de los vientos alisios de componente NNE. Sin embargo, al sur de las islas de mayor altura, estos vientos sufren una desviación provocada por la propia elevación de la isla. Debido a esto, en Maspalomas confluyen vientos de componente ENE y de componente W. Según los datos meteorológicos de la base de datos SIMAR-44 (Puertos del Estado), los vientos reinantes y dominantes provienen del NNE y NE, con una probabilidad de ocurrencia conjunta del orden del 70% y unas velocidades medias del orden de magnitud de 7–8 m/s. Por el contrario, los vientos de las direcciones del SSW–WSW, con una frecuencia de presentación del 1-2%, son los más intensos, del orden de los 15 m/s.

En el caso de los datos de la estación meteorológica del Hotel Faro de Maspalomas (AEMET), los vientos reinantes y dominantes provienen de 2 direcciones principalmente: Este y Oeste, ambas con una probabilidad de ocurrencia del orden del 17 - 18%. Se han detectado diferencias en las rosas de los vientos entre ambas fuentes de datos, debido a su diferente localización y a la influencia de la orografía de la isla.

En cuanto al clima marítimo decir que los oleajes reinantes y dominantes en alta mar provienen N y NNE, presentando una probabilidad conjunta de presentación superior al 70%. Por otro lado, los mayores temporales proceden del SSW, con valores del estadístico de altura de ola $H_{s99\%}$ superiores a 5 m, pero con una frecuencia de presentación muy pequeña, del orden del 1% (MMA, 2007).

2.2. MARCO GEOLÓGICO Y GEOGRÁFICO

2.2.1. Entorno geológico

Las Islas Canarias se encuentran en el interior de la Placa Africana, en su margen continental atlántico, y a pesar de la cercanía al continente todos los datos indican que se encuentran sobre una corteza del tipo oceánica. Esta placa se mueve a razón de menos de 1 cm/año a la altura de Canarias y se desplaza hacia el NE. La edad de ésta no se conoce con exactitud, porque casi todo el archipiélago se encuentra en una zona de calma magnética, aunque hay datos que apuntan a una edad Jurásico Inferior en los primeros estadios de apertura del Atlántico Central (Carracedo *et al.*, 2002, 2008) .

Gran Canaria se levanta sobre fondos marinos de unos 3000 m de profundidad, lo cual, unido a los casi 2000 m de altura que tiene la isla, constituye un edificio insular de unos 5000 m de altitud. Aunque no se tienen datos geocronológicos precisos, se estima que este edificio se empezó a formar hace unos 16 Ma en una fase de volcanismo submarino que dio lugar a más del 90% del volumen total de la isla (Schmincke y Sumita, 1998). Las actividades magmáticas y sedimentarias, que se han sucedido desde el Mioceno Medio, han dado lugar a distintos tipos de materiales que se distribuyen por toda la isla (Fig. 2.3).

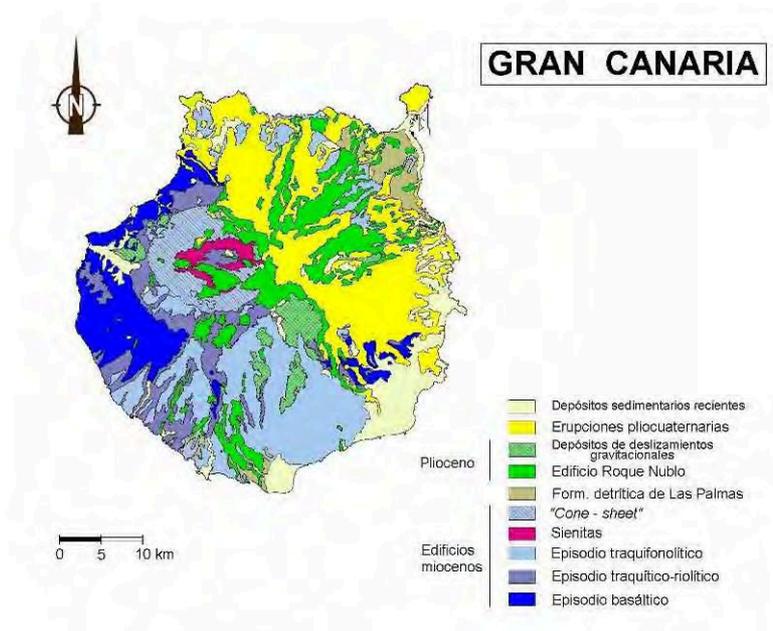
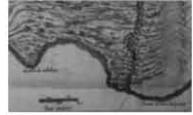


Figura 2.3. Mapa geológico de Gran Canaria (Vera, 2004).

La isla de Gran Canaria tiene una superficie aproximada de 1532 km² y una altitud máxima de 1949 m (Pico de las Nieves). La orografía de la isla es muy abrupta con una gran red de barrancos en disposición radial y una costa irregular donde contrastan grandes acantilados, como los de la zona occidental, con plataformas suaves y playas en las zonas más orientales y meridionales.

En la zona meridional de la isla afloran cuatro grandes tipos de materiales que, cronológicamente, son los siguientes (ITGE, 1992; Vera, 2004):

- a) Materiales de la Formación traquifonolítica. Corresponden a la llamada fase de declive alcalino y son grandes depósitos de coladas lávicas y materiales piroclásticos originados entre 13 y 9.6 Ma. Son los materiales que tienen una mayor representación a lo largo de toda la zona de estudio.



- b) Materiales de la Formación detrítica de Las Palmas, los cuales responden a un periodo de inactividad volcánica durante el cual se produjo la erosión de los materiales fonolíticos y la formación de grandes acumulaciones de material sedimentario. Afloran en el tramo de costa desde Pasito Blanco al Faro de Maspalomas.
- c) Materiales del edificio Roque Nublo. Se formaron a partir de la reactivación volcánica que tuvo lugar hace unos 5.3 Ma. Son lavas nefeliníticas localizadas preferentemente en la zona de El Tablero, al Oeste de la zona de estudio.
- d) Por último, hay un conjunto de depósitos sedimentarios cuaternarios, entre los que cabría diferenciar los siguientes:
 - a. La terraza sedimentaria sobre la que se asienta la urbanización de El Inglés, situada en el margen oriental de la desembocadura del barranco de Fataga. La potencia del depósito llega a los 12-15 m y está constituido por arenas y gravas poco cementadas con bloques sueltos.
 - b. La terraza baja, situada en ambos márgenes cauce actual del barranco de Fataga y apenas a unos metros de altura sobre él. La potencia es de apenas unos 3 m y se trata de arenas gruesas y cantos rodados de diversos tamaños (3-30 cm).
 - c. Los materiales sedimentarios que conforman las playas presentes a lo largo de este tramo costero, así como el propio campo de dunas.

Las características geológicas del sustrato subyacente al campo de dunas de Maspalomas ha sido estudiado Hernández (2002), Hernández y Mangas (2004) y más en detalle por Mangas *et al.* (2007). Estos últimos autores, destacan que la superficie que aflora del basamento, en el campo de dunas, ha aumentado de 70.000 m² en el año 1960 a 170.000 m² que presentaba en el año 2000, lo que es interpretado como una evidencia más del déficit de arena en el campo de dunas. Según Mangas *et al.* (2007) los materiales geológicos que constituyen el basamento y que afloran de forma dispersa por el campo de dunas son (Fig. 2.4):

- Calcarenitas cementadas (packstones) del Pleistoceno Superior que contienen 37% de litoclastos, 20% de bioclastos y 43% de cementos micrítico y esparítico alrededor de los granos.
- Materiales aluviales formados por gravas, cantos y bloques de naturaleza traquifonolítica subredondeados y calcareníticos subangulosos. Intercalado con este depósito se encuentra un paleosuelo que contiene 13% de gravas,

64% de arenas y 23% de fangos. Estos materiales serían también del Pleistoceno Superior.

- Eolianitas holocenas constituidas por arenas medias en un 99%. Presentan estratificación cruzada y planar, contienen 55% de litoclastos frente al 45% de bioclastos y están poco cementadas.
- Calcarenitas holocenas, estos materiales tienen un 1% de gravas, 83% de arenas y 16% de fangos. Se asocian a antiguos lagos costeros desecados en la desembocadura del barranco de Maspalomas.

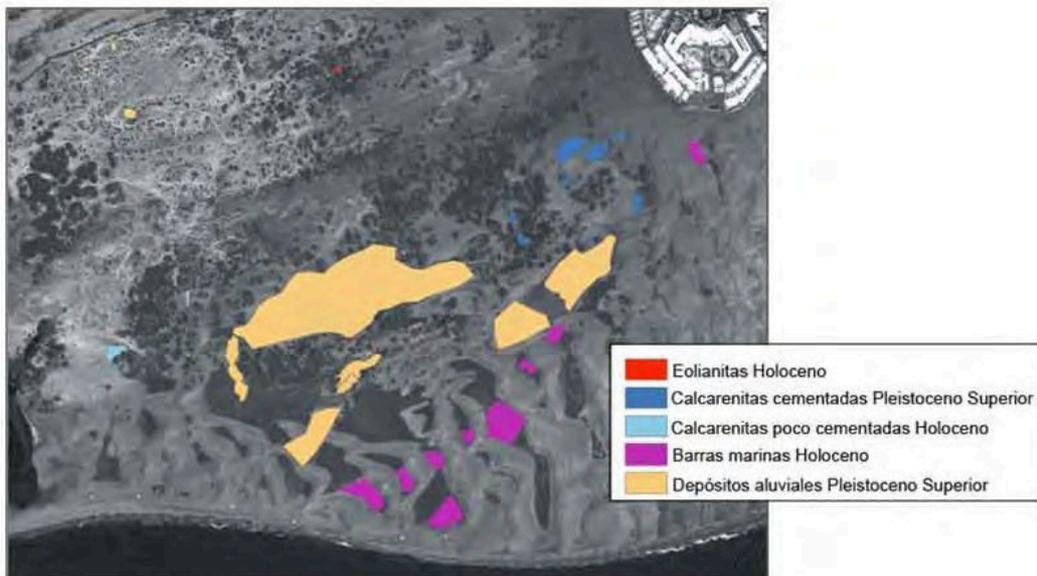


Figura 2.4. Cartografía de los materiales geológicos que constituyen el sustrato sobre el que se asientan las dunas (modificado de Mangas *et al.*, 2007).

2.2.2. Entorno geográfico

Maspalomas se sitúa en un tramo costero que tiene unos 20 km de longitud y que se encuentra delimitado por la punta de Tarajalillo, al Este, y la punta del Perchel, al Oeste. Es una costa generalmente rocosa, con presencia de cantiles y con numerosas playas de arenas y de cantos normalmente asociadas a las desembocaduras de los numerosos barranquillos con los que cuenta esta zona.

En el litoral oriental encontramos enclaves acantilados, como playa del Águila, Morro Besudo (Fig. 2.5), punta de las Burras o el Veril, asociados a los cuales se encuentran las playas de El Águila, Besudo, San Agustín, las Burras, y El Cochino (Fig. 2.6).

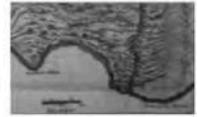


Figura 2.5. Punta de Morro Besudo. Al fondo la playa del mismo nombre.

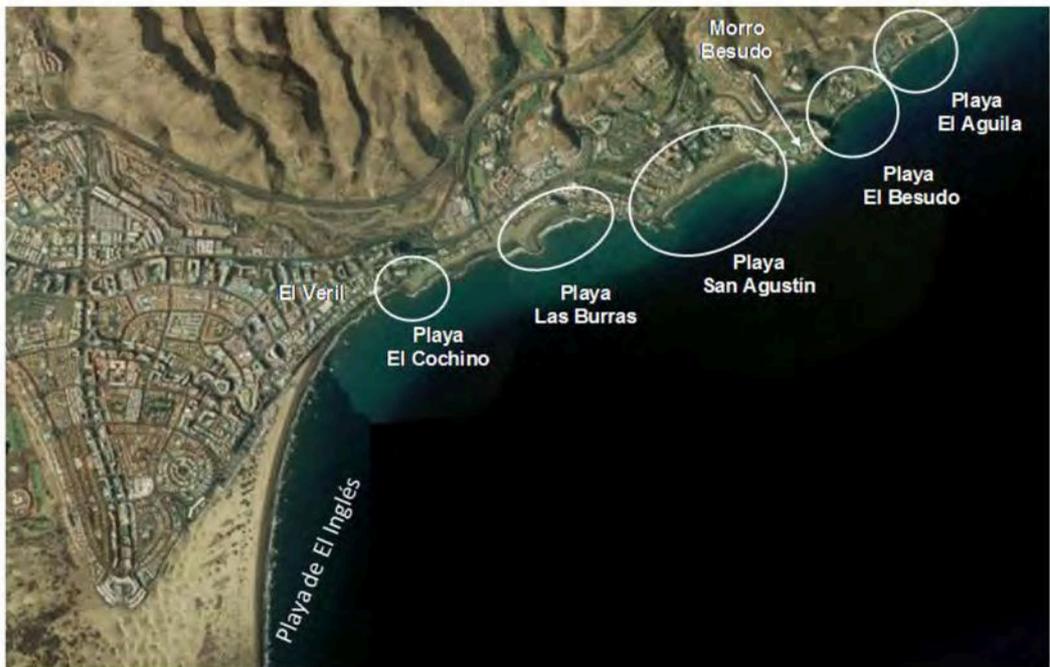


Figura 2.6. Localización de las playas del litoral oriental (modificado de MMA, 2007).

De igual forma, hacia el Oeste de la zona de estudio, cabe observar un escenario semejante con la costa rocosa de Meloneras y las puntas de Pasito Blanco, El Cometa, Las Carpinteras y El Perchel. Las playas de este sector son las de Las Mujeres, Meloneras, Pasito Blanco, Montaña Arena, Las Carpinteras, Triana y El Pajar ó El Molinero (Fig. 2.7). Varias de ellas son de cantos y bolos, apareciendo arena únicamente en la zona submareal. Frente a este tramo de costa se extiende el banco de Pasito Blanco, que representa el mayor reservorio de arenas sumergidas de la isla.

Los foraminíferos de los distintos ambientes sedimentarios de Maspalomas.
Aportaciones al origen y evolución de este sistema.

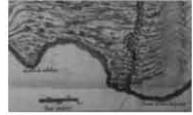


Figura 2.7. Localización de las playas del litoral occidental (modificado de MMA, 2007).

En la zona de estudio hay diversas estructuras marítimo-costeras, como el espigón de playa de Las Burras, el espigón de playa del Cochino y los espigones de El Veril, todos ellos vinculados a usos turísticos (Fig. 2.8).



Figura 2.8. Localización y evolución temporal de estructuras en el litoral oriental.



Como se puede ver en la figura 2.8, en el año 2008 todavía no se han construido los espigones de El Veril. Será a finales de ese año cuando comienzan las obras de dichos espigones y la creación de una serie de playas artificiales asociadas a estas estructuras. Las obras acometidas, modifican el ya existente espigón de El Cochino, haciéndolo más largo, y se añaden dos nuevos espigones en la zona de El Veril, al extremo Norte de la playa de El Inglés. En abril-mayo de 2009 se realizó una aportación de arenas procedentes de la playa de Las Canteras, situada en Las Palmas de Gran Canaria, para la creación de estas playas artificiales. En la imagen inferior de la figura 2.8 se pueden apreciar tanto los espigones como estas nuevas playas una vez finalizadas.

En el tramo occidental encontramos tres nuevas infraestructuras portuarias: junto al Faro de Maspalomas se encuentra el pequeño muelle del Faro, y hacia el Oeste el puerto deportivo de Pasito Blanco y el muelle industrial de Cementos de Arguineguín, S.A (véase Fig. 2.7).

Por lo que respecta a la zona interior de la franja costera, Maspalomas se localiza en un ámbito caracterizado por la presencia de rampas rocosas de material volcánico, a través de las cuáles se abren paso diversos barrancos, entre los que destaca el barranco de Fataga (también llamado en su último tramo barranco de Maspalomas). Salvo éste, los restantes son barrancos de escaso recorrido que en cuya desembocadura se encuentran las playas antes citadas.

Por lo general las costas acantiladas han sido aprovechadas para el asentamiento de urbanizaciones turísticas, como ha ocurrido en Morro Besudo, aunque también algunos cauces de barrancos han sido ocupados, como ha ocurrido en San Agustín.

Los continuos aportes de sedimentos a lo largo del tiempo del barranco de Fataga, una de las mayores cuencas de drenaje de la isla, han permitido la formación de varias terrazas aluviales a distinta altura, a modo de fan delta. Hoy en día estas terrazas aluviales están, o bien recubiertas parcialmente por sedimentos arenosos más recientes, o bien bajo las numerosas urbanizaciones y equipamientos destinados, principalmente, a acoger la demanda turística.

2.3. RESEÑAS HISTÓRICAS SOBRE MASPALOMAS

El nombre de *Maspalomas* aparece en diferentes documentos históricos desde épocas de la conquista. Así queda reflejado en el "*Libro segundo, prosigue la Conquista de Canarias*" de Pedro Gómez Scudero del siglo XV (Naranjo, 1999).

El propio hijo de Colón, Hernando Colón, que formaba parte de la cuarta y última expedición de éste a tierras americanas escribe en su *Historia del Almirante Don Cristóbal Colón*: «A 24 [de mayo de 1502] pasamos a Maspalomas, que está en la misma isla, para tomar el agua y la leña que eran necesarias; de aquí partimos la noche siguiente hacia la India» (Benítez, 1963).

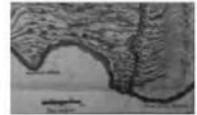
Sin embargo, parece que Maspalomas no es ocupada hasta finales del siglo XVI o principios del siglo XVII. En 1624 una data, que el Cabildo concedió al regidor Simón Lorenzo de Acosta, incluye el término de Maspalomas y el Llano del Ajulagal, por tanto desde este momento es oficial su ocupación. Aunque la legalidad de esta data se pone en entredicho y no es confirmada hasta 1680 por una Real Cédula expedida por el rey Carlos II (Suárez *et al.* 1995).

Tanto el topónimo de Maspalomas como diferentes enclaves asociados, “los llanos”, “el morro”, “la punta”, “las lagunas”, “el charco”, “la charca”, “la ensenada” y “el puerto”, los podemos encontrar en numerosos mapas desde el siglo XVI.

En torno a 1590, el famoso ingeniero italiano Leonardo Torriani hace un mapa de la isla de Gran Canaria en el que se puede ver el topónimo de “*Maspaloma*” (Naranjo, 1999). Este mapa es, probablemente, el más antiguo en el que aparece Maspalomas (Fig. 2.9).



Figura 2.9. Mapa de la isla de Gran Canaria de Leonardo Torriani (1590).



El mismo Torriani, también hace un mapa con más detalle de la costa sur de la isla donde sitúa la “Punta de mas Palomas”, dibujando claramente una línea a modo de río rodeada de vegetación (Tejera, 2006). Sin duda éste es el actual barranco de Fataga, que dibuja tanto en el mapa de la isla como en el mapa de detalle de la costa sur, con su salida al mar ancha y continua (Fig. 2.10).



Figura 2.10. Mapa de detalle de la zona sur de Gran Canaria de Leonardo Torriani (1590).

Este mapa de la costa sur tiene un gran valor ya que su precisión es tal que, si lo comparamos con una imagen aérea de la costa actual, se pueden reconocer todos los salientes, bahías y playas que conforman esta parte de la isla, encontrando un enorme parecido a la morfología real y a una escala razonable. De tal manera que, a través de la cartografía de Torriani, podemos intuir cómo era este tramo de costa en aquella época de forma bastante fidedigna.

Esto es muy interesante ya que, a pesar de los medios con los que contaban en el siglo XVI, tendrán que pasar unos tres siglos antes de que se elaboren nuevamente mapas tan acertados de esta zona.

Como se puede ver en la figura 2.11, casi un siglo después, en 1686, Pedro Agustín del Castillo hace un mapa con mucho menos detalle de este sector de la isla, donde aparece claramente “P. de mas Palomas” (Pinto de la Rosa, 1996).



Figura 2.11. Mapa de Pedro Agustín del Castillo del año 1686.

Las citas a Maspalomas en diferentes mapas continúan y en algunos, como es el caso del que elabora el cartógrafo alemán Johann Homann en 1728 se asocia a una ensenada o puerto natural, señalando el lugar con un ancla (Fig. 2.12).



Figura 2.12. Mapa de Johann Homann de 1728.

Algunos años después, en 1746, el equipo que trabajara a las órdenes del ingeniero militar Antonio Riviere termina un mapa donde aparece el “charco” y también un ancla en las cercanías de la Punta de Maspalomas (Fig. 2.13). En la descripción geográfica de la costa de Maspalomas que elabora este ingeniero y su equipo, describen la desembocadura del río en el que sitúa el Charco y hacia el Este sitúan dos enclaves costeros: el morro de Las Colchas y la punta de Maspalomas. Sin embargo, resulta llamativo que no citan la existencia del campo de dunas (Tous, 1997).



Figura 2.13. Sector sur del mapa de Gran Canaria realizado por el equipo que dirigiera A. Riviere (1746).



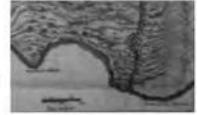
El también ingeniero militar Miguel Hermosilla, en 1785, hace referencia al charco y el puerto de Maspalomas, al que describe como *“muy limpio y a propósito para mantener abrigado cualquier buque que se halle incomodado [...] También para los barcos que van a América para proveerse de agua y leña, pues siendo en esta parte lo despoblado de la isla, y muy abundantes en estas dos especies [...] no los vería el vecindario que dista del puerto de Maspalomas tres leguas”* (MMA, 2007).

En 1814 el botánico Noruego Christen Smith y el geólogo alemán Leopold von Buch se conocen en Inglaterra y deciden hacer una expedición conjunta a las Islas Canarias. El 28 de Junio de 1815 llegan a Gran Canaria donde no sólo estudian la botánica y la geología, sino todos los aspectos de las ciencias naturales como la altitud de las montañas, temperatura de los manantiales, etc. En el diario de Smith, se hace referencia a una excursión que realizan por la zona sur de la isla donde se habla de las *“llanuras de Maspalomas”*, sin hacer mención a ningún tipo de formación arenosa (Sunding *et al.*, 2005).

Algo más tarde, en la obra de P. B. Webb y S. Berthelot *“Historia Natural de las Islas Canarias”* (1835), encontramos un mapa de la isla donde se muestran las *“Lagunas de Maspalomas”*, en la zona que denominan *“El Charco Azul”*, y que se encuentra casi en el centro de lo que podríamos interpretar como una gran superficie sedimentaria con elevaciones irregulares a modo de dunas (Fig. 2.14). En esta zona se encuentra el *“Morro de Colchas”*, así como una ensenada en la costa oriental en la que dibujan un ancla.



Figura 2.14. Cartografía de Maspalomas, según Webb y Berthelot (1838).



Durante la construcción del faro de Maspalomas, en 1876, el ingeniero Juan de León y Castillo elabora una cartografía altamente precisa desde el punto de vista topográfico y temático, indicando curvas de nivel, caminos e incluso dos grandes zonas punteadas que bien pudieran indicar vegetación (A.H.P., 1999). Por supuesto también cartografía el campo de dunas, indicando incluso cómo algunas pequeñas dunas atraviesan por encima de la terraza de El Inglés (Fig. 2.17).

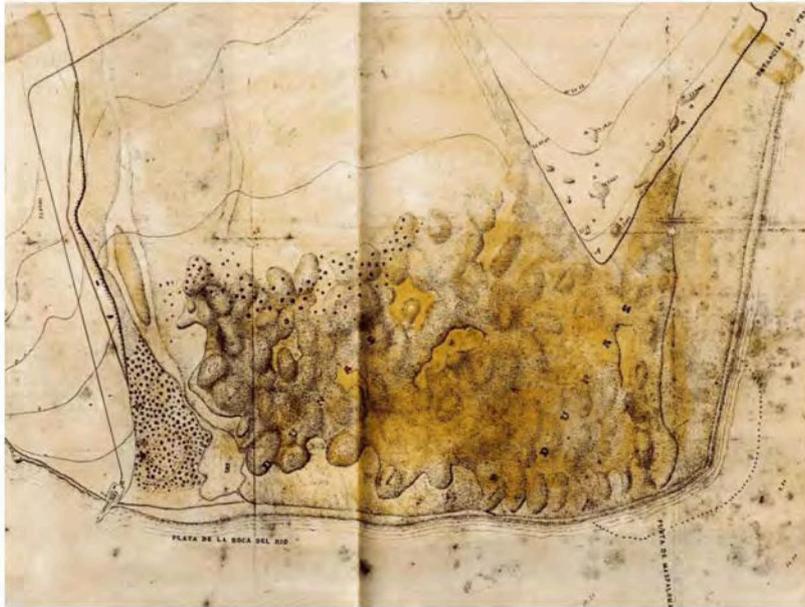


Figura 2.17. Mapa de Maspalomas de León y Castillo (1876).

Son muchos los naturalistas que desde finales del siglo XIX y durante el siglo XX visitan Canarias atraídos por los valores naturales de estas islas y como no podía ser de otra manera, también Maspalomas. En 1891 René Verneau escribe acerca del peligro que suponen las dunas para los cultivos de la zona, a los que amenazan con invadir. Unas décadas más tarde, en 1912, David Bannerman describe las dunas, las atraviesa a lomos de bestias, y se fotografía en ellas (Bannerman, 1922). Todos estos documentos narran una historia sobre Maspalomas que parece estar indicando que este entorno ha ido cambiando de forma natural muy rápidamente.

Poco después de la visita de Bannerman a Maspalomas comienza una transformación mucho más drástica e irreversible del paisaje bajo la mano del hombre. Hacia 1940 los cultivos de tomates empiezan a ocupar el techo de la terraza de El Inglés e irán extendiéndose poco a poco en las siguientes décadas. Más tarde, en la década de los 60 del siglo XX, los cultivos de tomates comienzan a ser sustituidos por las primeras urbanizaciones turísticas.

Una de las zonas que primero empieza a notar la llegada del turismo es la Charca y su entorno. El propio Bannerman, que la visita nuevamente en 1959, queda muy impactado por el cambio que había sufrido el famoso paraje: “[...] *me quedé horrorizado por el cambio sufrido en este lugar los últimos cuarenta años [...] lo que una vez fueron arenas desérticas hoy es un “lido”. Los bañistas han sustituido a las garzas [...]*” (Bannerman, 1963).

A inicios de los años 60, el Conde de la Vega Grande, propietario de los terrenos, pone en marcha un concurso internacional para un proyecto urbanístico denominado “Maspalomas Costa Canaria” (Fig. 2.18). Este proyecto sale a la luz en 1961 y supuso convertir este paraje en el principal reclamo turístico de la isla.

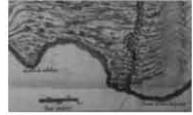


Figura 2.18. Izquierda: Portada del proyecto “Maspalomas Costa Canaria”. Derecha: Foto del libro que muestra la terraza de El Inglés como zona para establecer las urbanizaciones turísticas.

Después del citado proyecto da comienzo a la edificación de la terraza de El Inglés, que en menos de 20 años queda tapizada por las urbanizaciones turísticas (Fig. 2.19).



Figura 2.19. Transformación de la terraza de El Inglés.



El desarrollo turístico acaba por rodear, literalmente, toda la superficie ocupada por las dunas y la Charca, acotándolo y reduciéndolo al pequeño espacio que hoy conocemos como la *Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas*.

2.4. ESTUDIOS PREVIOS

Debido a la gran importancia ambiental y socioeconómica que tiene Maspalomas son numerosos los trabajos que se han llevado a cabo en la zona, desde la geología a la botánica, pasando por la geografía, historia e incluso herpetología, ornitología y entomología. Sin embargo, esta tesis representa el primer trabajo sobre foraminíferos que engloba el estudio de los diferentes ambientes sedimentarios de Maspalomas.

Como ya se ha visto, durante los siglos XVI, XVII, XVIII y XIX, Maspalomas es mencionada por diferentes cuestiones en numerosos documentos históricos y estudios científicos de naturalistas de la época.

Ya en el siglo XX, entre los estudios realizados, cabe destacar algunos como son: los anteriormente citados de Banermmann, Klug (1968) que estudia los materiales geológicos, Nadal y Guitián (1983) que sintetizan los conocimientos existentes hasta entonces, Martínez *et al.* (1986 y 1987) que entre otras cuestiones abordan estudios de geología e impacto ambiental sobre el entorno, Hollermann (1997) que caracteriza los sedimentos, Almunia (1998) que estudia las características ecológicas de la Charca de Maspalomas y Naranjo (1999) en los que se recoge una gran cantidad de información referente a la historia, características generales del paisaje, fauna y flora, legislación, etc. acerca de este enclave.

A partir del siglo XXI, toman especial relevancia aquellos enfocados al análisis de los sedimentos y la pérdida de éstos por erosión, así como los dedicados al estudio de la evolución de este sistema en las últimas décadas, tanto naturales como las inducidas directa o indirectamente por la acción antrópica.

Así se deben considerar los estudios de Alonso *et al.* (2001a y 2001b) sobre la dinámica litoral, Hernández (2002) que representa el estudio más amplio que se ha realizado de la evolución del sistema de dunas en el periodo comprendido entre los años 1960 y 2000, Hernández *et al.* (2002, 2004 y 2007) con el análisis de las tendencias erosivas del sistema y caracterización de los sedimentos, Hernández *et al.* (2006) sobre procesos de colonización vegetal, Mangas *et al.* (2007) que estudia los afloramientos del sustrato subyacente, Vallejo *et al.*, (2007, 2009), que

cuantifica el volumen de sedimentos en el campo de dunas mediante LIDAR, Pérez-Chacón *et al.* (2007) que analiza la problemática ambiental de este sistema desde un punto de vista científico, Sánchez-Pérez *et al.* (2008) donde se recoge por primera vez la caracterización micropaleontológica de los sedimentos subyacentes del campo de dunas, y Sánchez-Pérez *et al.* (2009) donde se habla por primera vez de los foraminíferos de la Charca. Recientemente Alcántara-Carrió y Fontán (2009) y Fontán *et al.*, (2009) han presentado varios trabajos sobre la morfodinámica de las playas que bordean el campo de dunas mediante GPS diferencial.

Sin embargo, dentro de los trabajos más recientes hay que destacar el *Estudio integral de la playa y dunas de Maspalomas*, encargado por la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente (MMA, 2007), llevado a cabo por investigadores de la Universidad de Cantabria y de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, por ser el mayor y más completo de los realizados hasta la fecha.



CAPÍTULO III
LA PLATAFORMA



3.1. INTRODUCCIÓN

A pesar de la cercanía de las Islas Canarias al continente africano, éstas son edificios volcánicos independientes que se han levantado desde las profundidades del océano a lo largo de millones de años hasta emerger.

Los datos que disponemos en la actualidad apuntan a que este archipiélago, que hoy conocemos por Canarias, nació bajo el mar hace unos 80-60 millones de años en el Jurásico Inferior, debido a una anomalía en la corteza oceánica. Esta anomalía da lugar a la formación de un “*hot spot*” o punto caliente, del que irán surgiendo todas las islas a medida que la placa africana se desplaza hacia el NE (Carracedo *et al.*, 2002, 2008). Por esta razón, las primeras islas que surgen son Fuerteventura y Lanzarote, las más orientales.

Pero la naturaleza, a pesar de la magnificencia de un edificio volcánico de varios km de altitud desde su base sumergida, no es inmutable. Una vez que el edificio volcánico ha emergido y después de alcanzar un estado de equilibrio, comienza su inevitable proceso de desgaste. A medida que la isla se erosiona los materiales son arrastrados hasta el mar por la escorrentía. Con el paso de millones de años, esta erosión, junto con los aportes bioclásticos, van formando poco a poco los materiales que recubren las plataformas marinas de las islas.

Durante el continuado proceso de desgaste de las islas es imprescindible destacar el papel desempeñado por los grandes deslizamientos que han tenido lugar en el transcurso de la historia geológica de las islas (Masson *et al.*, 1998; Mitchell *et al.*, 2002), que han sido responsables de que importantes volúmenes de sedimentos volcanoclásticos procedentes de las islas hayan ido a parar a muchos cientos de kilómetros de distancia (Frenz *et al.*, 2009).

Fuerteventura y Lanzarote al ser las primeras en emerger, son también las primeras en comenzar su erosión. De esta manera se aprecia que las islas más antiguas son las que cuentan con una plataforma marina mayor y un relieve emergido más suavizado. Se estima que el edificio insular que constituye Gran Canaria, de unos 5000 m de altitud, se empezó a formar hace unos 16 Ma y que hace 14,5 Ma comenzaba su etapa juvenil (Schmincke y Sumita, 1998, Carracedo *et al.*, 2008). Las actividades magmáticas, los procesos erosivos y sedimentarios que se han sucedido desde entonces, han dado lugar a los materiales que afloran hoy en día en la isla y a la formación de una plataforma marina que en algunas zonas de la isla, como es el Oeste y Sur, está bien desarrollada.

3.1.1. Características generales de la plataforma marina

Debido a nuestra condición de islas volcánicas oceánicas y dada la juventud, en términos geológicos, de los edificios volcánicos emergidos, en general en Canarias encontramos plataformas marinas insulares de relativa poca extensión.

La presencia en la plataforma marina de zonas con fuerte pendiente o con pendiente suave, bajos, relieves o cualquier otra característica morfológica submarina, son factores que influirán de forma significativa en el oleaje que alcanza la costa y en la circulación de las corrientes de fondo. Por tanto, es importante conocer las singularidades de la plataforma marina ya que éstas determinarán en gran medida la dinámica sedimentaria de la zona, lo que a su vez afecta a la distribución de las asociaciones de foraminíferos que encontramos en el fondo marino. En el caso de Gran Canaria la plataforma marina tiene su máxima expresión al Suroeste de la isla. De modo que alrededor de Maspalomas encontramos como la plataforma marina es mucho más amplia hacia el Oeste, estrechándose a medida que nos desplazamos hacia el Este (Fig. 3.1).

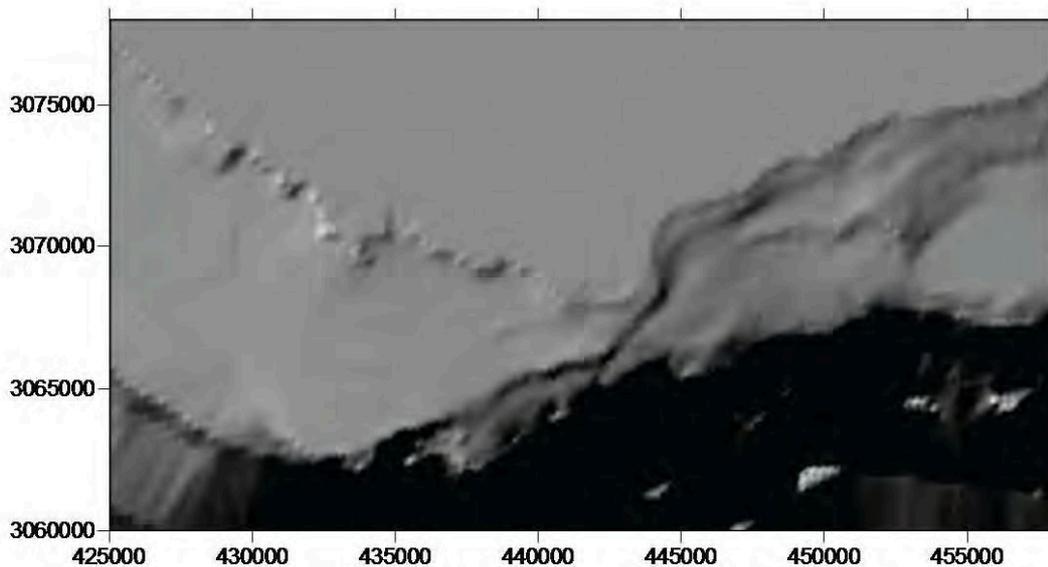


Figura 3.1. Mapa de sombras donde se resaltan las áreas con mayor pendiente y donde se aprecia la enorme extensión de la plataforma insular al O de la zona de estudio.

La plataforma marina dentro de la zona de estudio no es homogénea, presentando fuertes variaciones en sus pendientes y en las profundidades que se alcanzan a lo largo de ésta. Así, algunas de las muestras estudiadas están a menor distancia de la costa y sin embargo, a mayor profundidad que otras (Fig. 3.2).

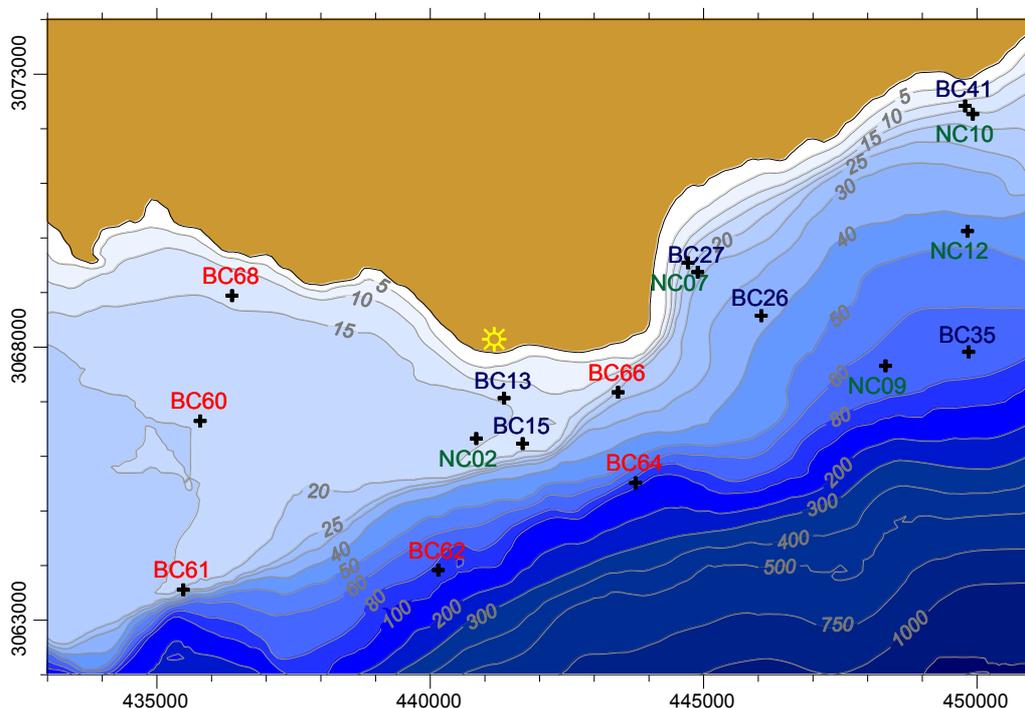


Figura 3.2. Mapa batimétrico de la zona de estudio donde se señalan los puntos de muestreo correspondientes a las 3 campañas efectuadas: En azul mayo'05, en verde nov'05 y en rojo dic'06. El símbolo indica la posición del Faro de Maspalomas.

Frente al Faro de Maspalomas (Fig. 3.2) la plataforma presenta una extensión de 2 km aproximadamente hasta los 20 m de profundidad, a partir de la cual tiene lugar un cambio brusco de pendiente, pasando de 1-1.5% a ser de más del 10%.

Desde el faro y a medida que nos desplazamos hacia el Oeste, dicha plataforma se encuentra bien desarrollada con pendientes muy suaves abarcando unos 7 km frente a la costa de Arguineguín. Al Este del faro, frente a la playa de Maspalomas, la plataforma se va estrechando paulatinamente a medida que nos acercamos a la Punta de la Bajeta, donde a partir de los 4-5 m de profundidad la pendiente se acentúa hasta alcanzar valores próximos al 9%.

A partir de la Punta de la Bajeta y a lo largo de toda la Playa del Inglés, la plataforma es muy estrecha y se extiende paralela a la costa con pendientes suaves entorno al 2% hasta la batimétrica de 5, a partir de la cual la pendiente sufre nuevamente un cambio muy brusco. Desde El Veril, en el extremo Norte de la playa de El Inglés, hasta Morro Besudo la pendiente es suave y no presenta cambios significativos a lo largo del perfil batimétrico. Sin embargo, frente a Morro Besudo, entre las batimétricas de 10 y 25 la pendiente aumenta al 6% (Fig. 3.3.).

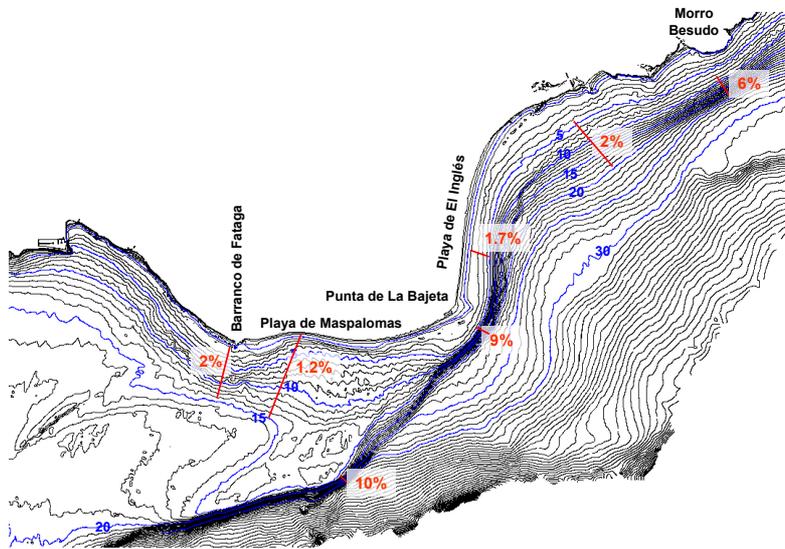


Figura 3.3. Mapa batimétrico de la zona de estudio donde se señalan las pendientes del fondo marino (Tomado del MMA, 2007).

En el mapa de geofísica (Fig. 3.4) se observan las características generales de los materiales que encontramos a lo largo de la zona de estudio. Según éste, frente a la playa de Maspalomas y de El Inglés lo que encontramos son sedimentos finos, al igual que en la zona más oriental. Sin embargo, en la zona más occidental encontramos grandes extensiones de sedimento grueso en la zona denominada banco de Pasito Blanco (ver figura 2.7 del capítulo II). Además se observan grandes manchas de vegetación frente al faro y playa de Maspalomas.

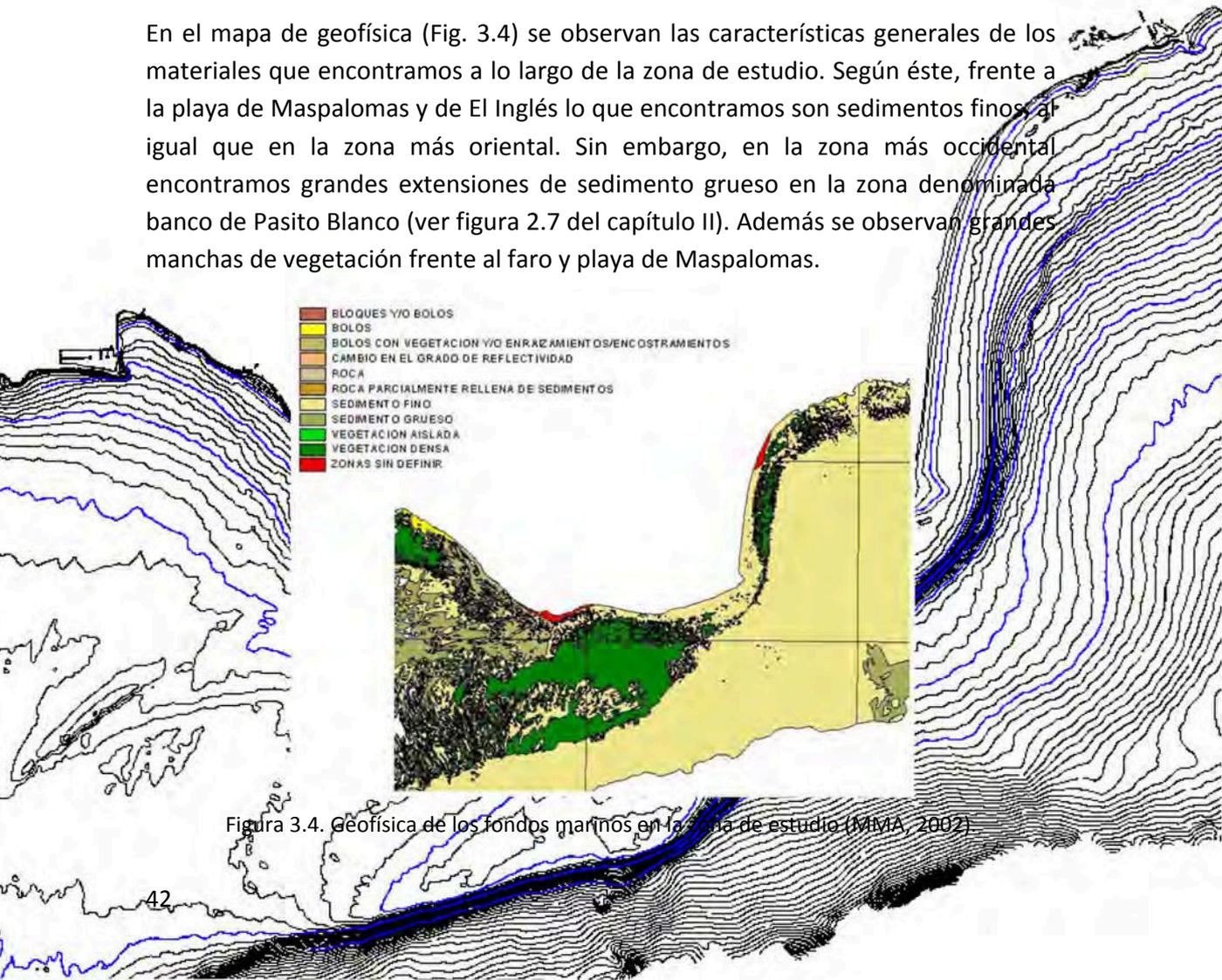


Figura 3.4. Geofísica de los fondos marinos en la zona de estudio (MMA, 2002)



En los años 1989 y 1990 la Dirección General de Costas realiza otro estudio donde mediante campañas geofísicas y de sondeos marinos se describe la tipología de los sedimentos al Sur de la isla de Gran Canaria.

Más recientemente en el Estudio Integral de la Playa y Dunas de Maspalomas, encargado por la Dirección General de Costas (Ministerio de Medio Ambiente) en el año 2007, se realiza un estudio de los sedimentos con mayor detalle.

A grandes rasgos los resultados obtenidos en este último estudio muestran, como el contenido en carbonatos aumenta a medida que nos alejamos de la costa, lo que es indicativo de los aportes de material terrígenos procedentes del interior de la isla (Fig. 3.5).

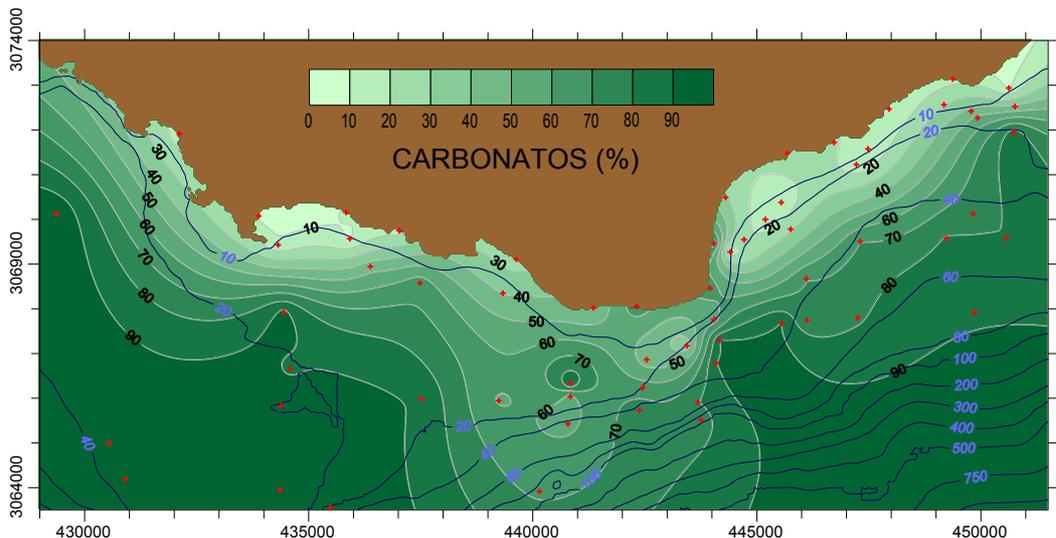


Figura 3.5. Contenido en carbonatos de los sedimentos de la plataforma insular al Sur de Gran Canaria (MMA, 2007).

En lo que se refiere a los resultados del estudio petrográfico encontramos una distribución muy similar: la distribución de material terrígeno es opuesta a la de los materiales bioclásticos, de forma que las mayores concentraciones de material terrígeno se dan cerca de la costa y aquellas de origen bioclástico las encontramos en las zonas más profundas (Fig. 3.6).

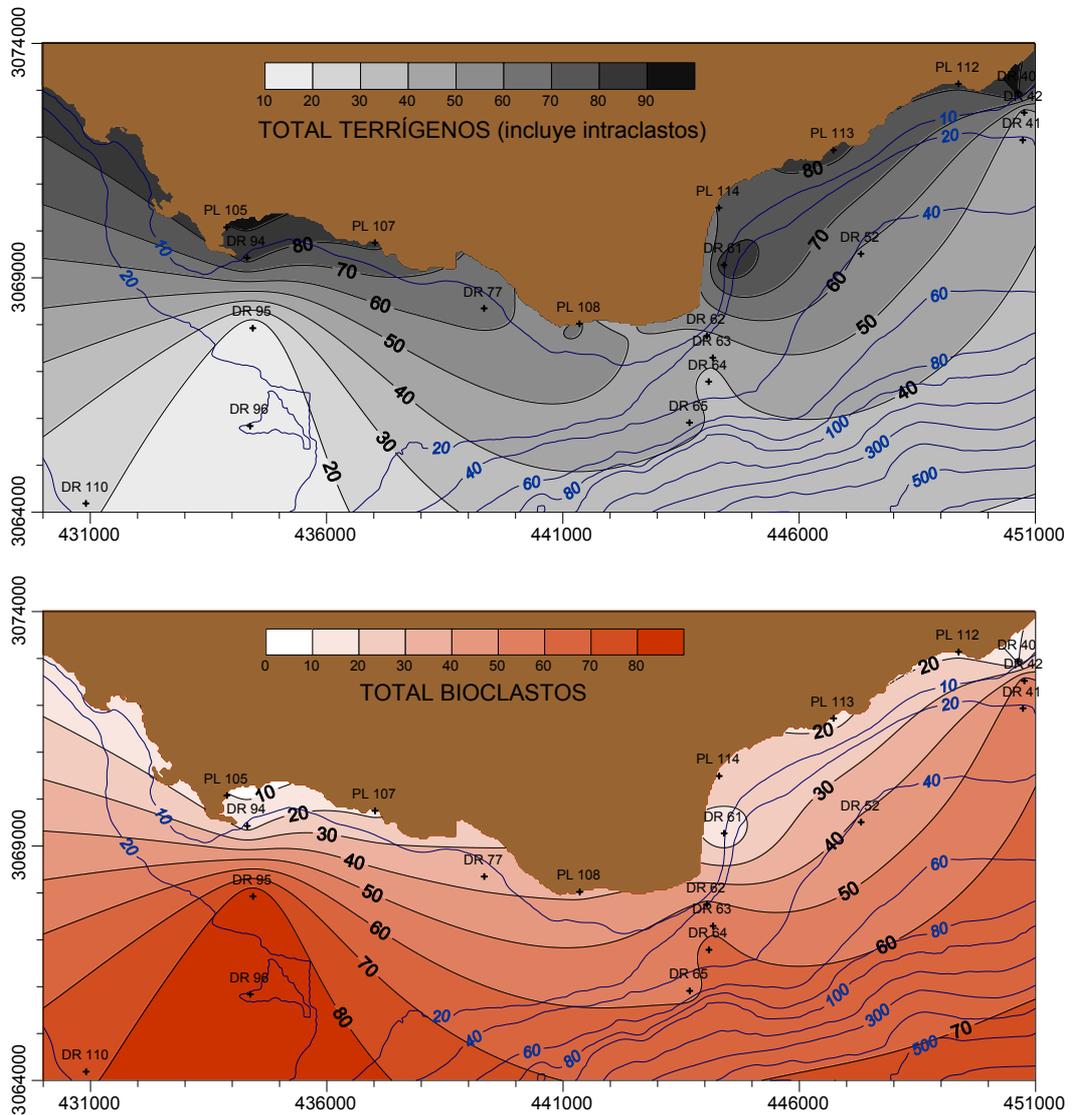


Figura. 3.6. Mapa de distribución de los materiales terrígenos y bioclásticos de la plataforma (MMA, 2007).

En la figura 3.7 se pueden ver los principales parámetros granulométricos de los sedimentos de la zona de estudio. Los sedimentos más gruesos los encontramos en el banco de Pasito Blanco sobrepasando el milímetro de tamaño medio en algunas zonas. Así mismo, se puede decir que estos materiales tienen un grado de selección más bien pobre y presentan asimetrías nulas o levemente positivas.

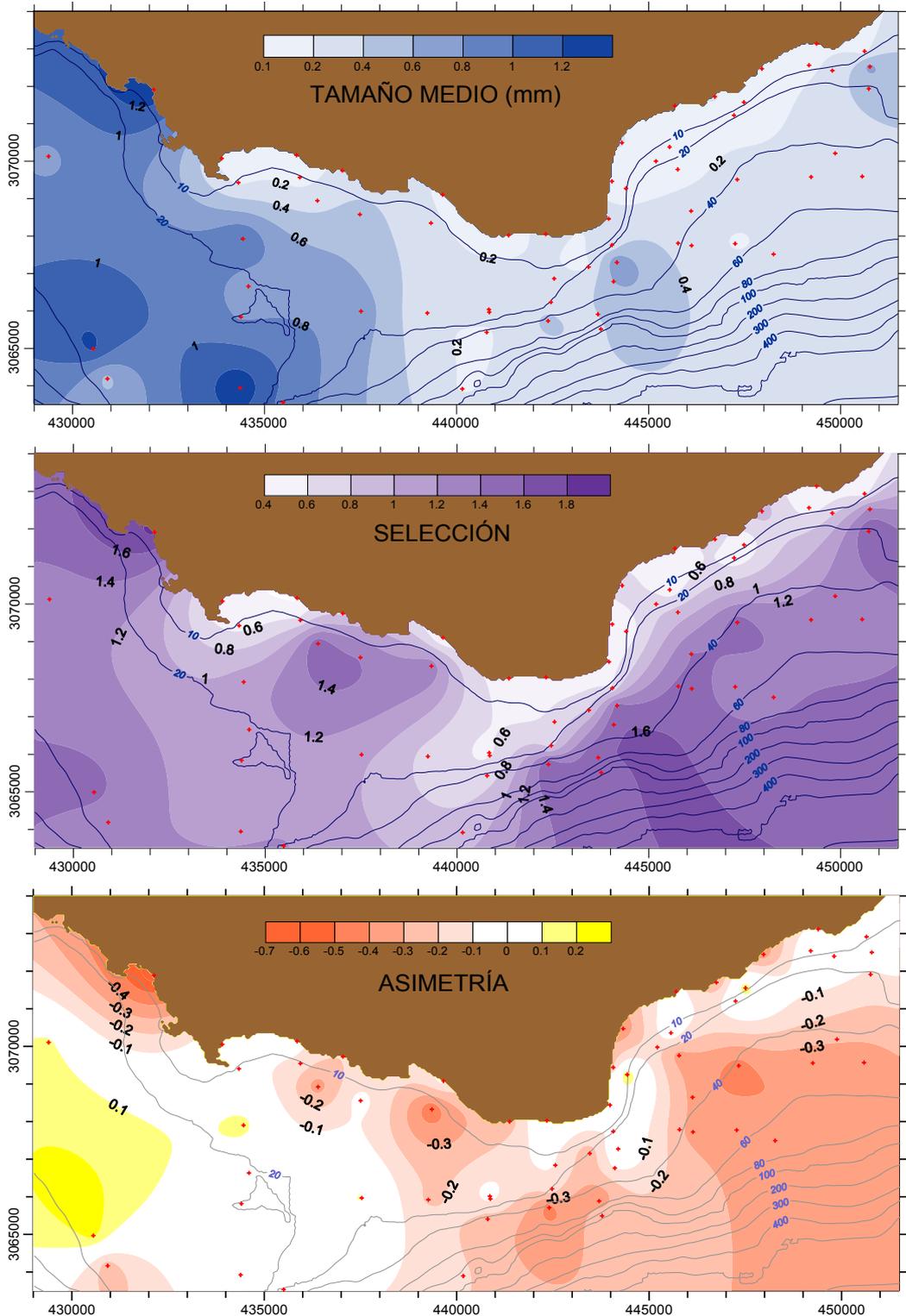


Figura 3.7. Mapas de distribución de tamaño medio, selección y asimetría en la zona de estudio (MMA, 2007).

3.1.2. Características oceanográficas

En lo que se refiere al oleaje, en la zona de estudio, podemos diferenciar dos situaciones: una habitual caracterizada por el régimen de alisios, donde la componente principal es de NNE, y otra excepcional que se relaciona con los temporales del SW (MMA, 2007; Alonso *et al.*, 2008). En el primer caso el oleaje incide perpendicularmente en la playa de El Inglés y oblicuamente en la playa de Maspalomas, generando un transporte de sedimentos hacia el Norte y Oeste respectivamente en cada una estas playas. En el segundo caso la energía del oleaje es mucho mayor, debido a que se trata de temporales generados a gran distancia, y que se han propagado sin encontrar ningún obstáculo hasta llegar a la costa. En estas situaciones la refracción del oleaje da lugar a concentraciones de energía muy elevadas a lo largo de la playa de Maspalomas, que se erosiona como consecuencia de la importante deriva litoral en sentido Oeste-Este. En el caso de la playa de El Inglés, estos temporales no afectan de igual manera ya que se encuentra en una zona de sombra protegida por la Punta de la Bajeta, lo que hace que el oleaje llegue con menor energía y pase a tener una incidencia oblicua.

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 Muestreo

Desde hace mucho tiempo se han desarrollado diferentes instrumentos para muestreos en sustrato blando (Ekman, 1915) (Fig. 3.8). Tanto los equipos como las técnicas de muestreo de sedimentos han ido evolucionando a lo largo del tiempo. Podemos encontrar numerosos autores que han realizado estudios para comparar la eficiencia de diferentes métodos, así como una revisión sobre las técnicas de muestreo en sedimentos marinos, sus problemas y soluciones en Ursing (1954), Sola *et al.*, (1989) y Blomqvist (1991).

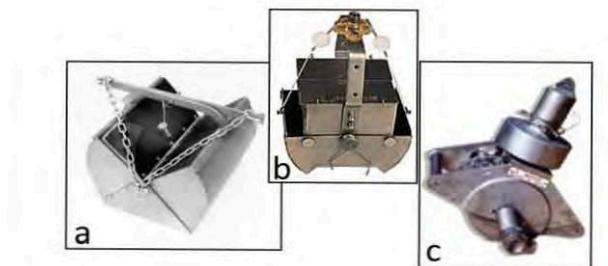


Figura 3.8. Draga van Veen (a), draga Ekman (b) y draga Shippeck (c).



La utilización de una u otra técnica de muestreo depende de muchos factores, tales como la naturaleza del sustrato, la profundidad a la que queremos muestrear, etc. y por supuesto, del objetivo que persiga el estudio. La obtención de muestras cuantitativa y cualitativamente fiables requiere de un muestreo preciso pues, de lo contrario, pueden extraerse conclusiones erróneas.

En nuestro caso, además de caracterizar las asociaciones de foraminíferos, se pretendía estudiar su biocenosis y observar los posibles eventos de sedimentación, para lo que se requería de una fracción de la columna de sedimento sin alterar. Por esta razón utilizamos un box-corer que permite el fraccionamiento de la muestra y el estudio de la distribución vertical de los organismos. Esto no ocurre con una draga van Veen o Shippeck donde el perfil de la muestra extraída no es rectangular, sino semicircular y además el sedimento se remueve y mezcla durante el izado a través de la columna de agua (Fig. 3.9).

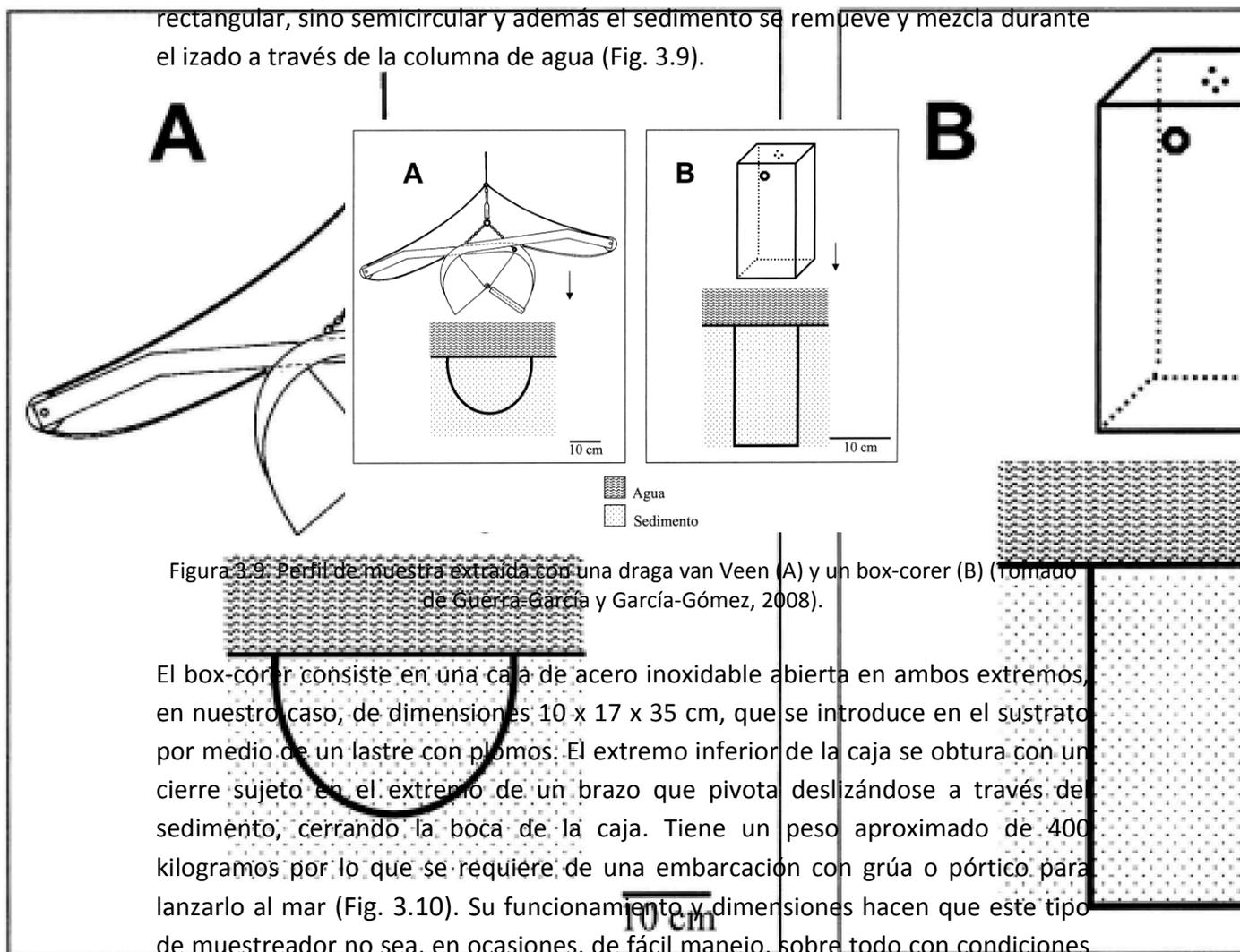
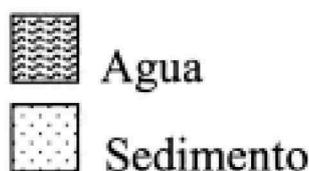


Figura 3.9. Perfil de muestra extraída con una draga van Veen (A) y un box-corer (B) (Tomado de Guerra-García y García-Gómez, 2008).

El box-corer consiste en una caja de acero inoxidable abierta en ambos extremos, en nuestro caso, de dimensiones 10 x 17 x 35 cm, que se introduce en el sustrato por medio de un lastre con plomos. El extremo inferior de la caja se obtura con un cierre sujeto en el extremo de un brazo que pivota deslizándose a través del sedimento, cerrando la boca de la caja. Tiene un peso aproximado de 400 kilogramos por lo que se requiere de una embarcación con grúa o pórtico para lanzarlo al mar (Fig. 3.10). Su funcionamiento y dimensiones hacen que este tipo de muestreador no sea, en ocasiones, de fácil manejo, sobre todo con condiciones marítimas desfavorables.



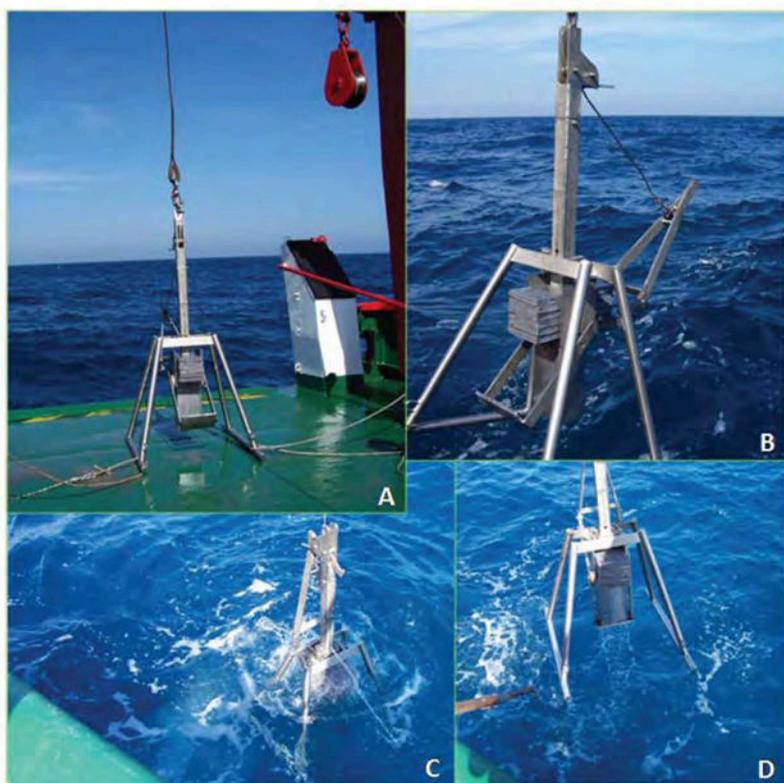


Figura 3.10. Box-corer utilizado en las campañas de recogida de muestras de la plataforma. A y B, box-corer preparado en cubierta y su lanzamiento. C y D, regreso del box-corer después de tocar fondo, cerrado y cargado con sedimentos.

Para llevar a cabo el muestreo en la plataforma se dispuso de un barco oceanográfico lo suficientemente grande y preparado para lanzar el box-corer. Se realizaron diferentes campañas de campo en las que se efectuó la recogida de 17 box-corers entre 14 y 89 m de profundidad. Dependiendo de la profundidad de penetración del box-corer en el sedimento, se extrajo un número distinto de muestras, de aproximadamente 1.5 cm de grosor cada una de ellas. (Fig. 3.11).



Figura 3.11. a) Sedimento dentro del box-corer. b) Obtención de una muestra.



Las distintas muestras fueron teñidas con Rosa de Bengala (Walton, 1952) nada más ser extraídas en cubierta para poder llevar a cabo el estudio de la biocenosis. Estas muestras llevan las letras BC ó NC seguidas por un número que se refiere al punto de muestreo y una letra que corresponde a la posición de la muestra dentro del box-corer. Así la muestra “A” corresponde con la más profunda dentro del sedimento y por tanto la más antigua, la “B” la que está inmediatamente encima de ella y así sucesivamente (tabla 3.1).

Box-corer	lat.UTM	long.UTM	Fecha	Prof. (m)	Espesor	Nº de Muestras	Muestras analizadas
BC 13	3067066	441350	Mayo-05	16	11,2	7	D/G
BC 15	3066233	441691	Mayo-05	16,8	14,2	10	F/J
BC 26	3068576	446055	Mayo-05	38,8	8,2	6	B/F
BC 27	3069375	444893	Mayo-05	24	16	10	G/J
BC 35	3067914	449847	Mayo-05	74	8	5	B/E
BC 41	3072419	449784	Mayo-05	14	8	5	B/E
NC 2	3066326	440842	Nov-05	18,6	16,8	10	G/J
NC 7	3069546	444715	Nov-05	20,1	10,3	5	C/E
NC 9	3067658	448328	Nov-05	73,1	9,5	6	C/F
NC 10	3072269	449923	Nov-05	18,9	8,0	5	B/E
NC 12	3070126	449827	Nov-05	49,6	12,1	7	D/G
BC 60	3066649	435792	Dic-06	23,1	7	4	A/D
BC 61	3063556	435483	Dic-06	22,9	9,5	6	C/F
BC 62	3063916	440148	Dic-06	88,1	7	5	A/E
BC 64	3065514	443756	Dic-06	89,1	6,5	5	A/E
BC 66	3067174	443435	Dic-06	24,9	10	6	C/F
BC 68	3068944	436375	Dic-06	17,4	7	5	A/E

Tabla 3.1. Datos de los box-corer seleccionados para este estudio.

Como se puede ver en la tabla 3.1, se obtuvieron un total de 107 muestras entre los 17 box-corer. Se seleccionaron dos muestras de cada box-corer para estudiar el contenido en foraminíferos: la muestra superficial y a la que se encontraba a unos 6 cm bajo la superficie del sedimento, por ser ésta la profundidad mínima que se obtuvo en todos los puntos de muestreo, y a fin de facilitar la comparación entre unos puntos y otros.

3.2.2 Análisis de las muestras

3.2.2.1 Análisis del contenido en foraminíferos

Una vez trasladadas las muestras desde el campo se comienza su procesado en el laboratorio. Dicho procesado consta de varias tareas que se detallan a continuación:

1. Lavado, tamizado y secado de las muestras. Las muestras se lavan bajo agua destilada a la vez que tamizan utilizando una malla de 0,63 μm . Una vez lavadas y tamizadas se secan mediante luz roja.
2. Flotación con tetracloruro de carbono. La flotación con líquidos densos, como el CCl_4 , es enormemente útil para la separación de los foraminíferos en función de su densidad relativa con respecto a la del resto de partículas que componen las muestras de sedimento. La utilización del CCl_4 , cuya densidad es de 1.59 g/ml a una temperatura de 25° C, permite que los caparazones de los foraminíferos se mantengan en el sobrenadante mientras que el resto del sedimento se deposita en el fondo.
3. Almacenamiento. Los levigados resultantes del proceso de flotación se almacenan en pequeñas cajas convenientemente etiquetadas.

Los levigados obtenidos se observaron bajo lupa binocular (*Leica MZ6*) para extraer los foraminíferos, que fueron contabilizados y clasificados. Además del número total de foraminíferos, se han contabilizado las biocenosis (individuos vivos en el momento del muestreo), las tanatocenosis (caparazones de foraminíferos muertos) y se ha diferenciado también entre los foraminíferos planctónicos y bentónicos a fin de realizar las correspondientes interpretaciones ambientales.

En el caso del estudio de los foraminíferos, el tamaño muestral más generalizado consiste en un recuento de un mínimo de 300 individuos por muestra. Este tamaño muestral se considera suficientemente representativo e incluso, en algunos casos, dependiendo de los objetivos del trabajo puede reducirse a 100 individuos (Phleger, 1960, Fatela y Taborda, 2002).

Para las muestras de plataforma, teniendo en cuenta los objetivos de esta investigación, se extrajo un mínimo de 300 individuos por muestra, que fueron colocados en celdillas de portaforaminíferos y clasificados de acuerdo con el trabajo de Loeblich y Tappan (1987).



3.2.2.2 Análisis sedimentológico

Por otro lado, se realizó también el análisis de las características del sedimento llevando a cabo el estudio granulométrico y del contenido en carbonatos.

Dentro de las diferentes técnicas empleadas en los estudios sedimentológicos, los análisis granulométricos son de gran utilidad para entender las condiciones de transporte y depósito de los sedimentos por medio del conocimiento del tamaño de grano. No olvidemos que los caparazones de foraminíferos una vez depositados en el fondo marino se comportan como una partícula más.

Por otra parte, la determinación del contenido en carbonatos servirá para estimar el porcentaje de sedimentos de origen bioclástico y terrígeno. Esta información ayudará a caracterizar sedimentológicamente la zona de estudio. En Canarias, debido a su origen volcánico, prácticamente la totalidad de los carbonatos existentes en los sedimentos marinos responden a un origen orgánico, de manera que porcentajes altos de carbonatos indican altas proporciones de bioclastos, mientras que porcentajes bajos revelan aportes de sedimentos terrígenos, normalmente procedentes de la propia isla.

a) Estudio granulométrico:

La determinación granulométrica se realizó mediante tamizado en seco de una fracción representativa de la muestra, constituida por unos 100 ± 20 gramos. Se utilizó una tamizadora electromagnética con un total de 18 tamices y el fondo, que cubren todo el rango de tamaños entre 16 mm y 45 micras. Esto permite obtener una distribución granulométrica de las partículas desde tamaño gravas a limos. La luz de malla de los tamices utilizados se corresponde con intervalos de $0,5 \phi$.

Los resultados del tamizado de las muestras se trataron con el programa GRADISTAT (Blott y Pye, 2001), que permite obtener tanto por el método gráfico (Folk y Ward, 1957) como por el método de los momentos los siguientes parámetros granulométricos: tamaño medio de la partícula (mean), grado de selección (sorting), asimetría (skewness) y angulosidad (kurtosis). Para la interpretación de los resultados se siguieron las clasificaciones de Wentworth (1922) y Folk y Ward (1957).

b) Calcimetría:

Para el análisis del contenido en carbonatos se utilizó el método volumétrico del calcímetro de Bernald (Gutián y Carballas, 1976), consistente en hacer reaccionar

la muestra con un exceso de HCl y medir la cantidad de CO₂ desprendido. La comparación con una curva patrón de CaCO₃ puro permite obtener la cantidad de carbonatos de la muestra. Dada la pequeña cantidad de muestra a utilizar en cada una de las calcimetrías (0,2-2 gr), se realizaron tres réplicas para cada una de las muestras, siendo el valor promedio el que se ha utilizado en este estudio.

3.2.3 Tratamiento estadístico

Una vez clasificados y contabilizados todos los foraminíferos, se procede al tratamiento estadístico de los datos, que en este caso ha consistido en la aplicación de diferentes métodos de análisis multivariante.

El análisis multivariante atiende a dos o más variables a la vez, por lo que es muy apropiado para analizar la realidad física y biológica del medio natural. Con este tipo de análisis podemos simplificar los sistemas estudiados con la mínima pérdida de información posible. Para este trabajo se han llevado a cabo un *análisis cluster* o análisis de grupo, un *análisis de correspondencias canónicas* y también se efectuaron cálculos de diversidad.

En general podemos decir que los análisis cluster se encuentran dentro de los métodos de clasificación y tratan de identificar patrones de agrupación dentro de un conjunto de datos. El análisis de correspondencias canónicas es en esencia un método de ordenación complementario al análisis cluster, que tiene por objetivo buscar las relaciones entre la abundancia de especies y las variables medioambientales.

El tratamiento estadístico se desarrolló en su totalidad usando el programa informático "R". R es un software libre para la computación y elaboración de tratamientos estadísticos (R Development Core Team, 2009).

3.2.3.1 Análisis clusters

Dentro de la Micropaleontología y en concreto dentro de los estudios de foraminíferos, el análisis cluster es una de las técnicas estadísticas más ampliamente empleadas.

El punto de partida es la matriz de datos; en esta matriz, cada columna corresponde a una especie, y cada fila a una muestra; en cada intersección fila-



columna figura el número de individuos de la especie (columna) en esa muestra (fila). La matriz tendrá tantas columnas como especies hayan sido identificadas y tantas filas como muestras se hayan recogido. De ésta se obtiene una matriz de distancias, que refleja las distancias existentes entre las diferentes observaciones. En este tipo de análisis los resultados pueden diferir dependiendo de qué medida de semejanza o desemejanza y de qué procedimiento de formación de grupos se escojan. Por esta razón, es muy importante saber cómo funciona y qué propiedades tiene la distancia empleada y el algoritmo de clasificación que dará lugar a las divisiones dentro del análisis cluster.

Hay dos grandes categorías de métodos para la formación de clusters: jerárquicos y no jerárquicos. Los primeros pueden ser aglomerativos o divisivos, y forman de 1 a n clusters (n es el número de objetos disponible). Los segundos requieren que el usuario especifique a priori el número de clusters que se van a formar a partir de los datos.

Tras realizar un análisis de los diferentes métodos para realizar cluster, se ha considerado el más apropiado para este estudio el método "ward" (Ward, 1963) dentro de los Cluster Jerárquicos Aglomerativos. Este tipo de cluster construye una jerarquía de grupos abordando la clasificación en un sentido ascendente. Para ello primero toma las observaciones individuales y, en cada paso subsiguiente, fusiona los dos grupos más próximos hasta llegar a un único grupo donde quedan englobadas todas las observaciones. El método "ward" está considerado muy eficaz y define la distancia entre clusters como el incremento en la varianza que se produce al fusionar los dos clusters. Su tendencia a formar grupos pequeños es muy apropiada para el tipo de datos obtenidos en este estudio.

La medida de distancia empleada es la Distancia de Hellinger, que se expresa como:

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^s \left[\sqrt{\frac{a_i}{a_t}} - \sqrt{\frac{c_i}{c_t}} \right]^2} \quad a_t = \sum_{i=1}^s a_i \quad c_t = \sum_{i=1}^s c_i$$

La distancia de Hellinger depende de las diferencias en proporciones de las especies entre dos lugares. De esta forma el efecto de la abundancia de cada especie en esta medida de distancias se valora en términos relativos a la abundancia del resto de especies en la misma muestra.

3.2.3.2 Análisis de correspondencias canónicas

El procedimiento del Análisis de Correspondencias Canónicas se basa en ordenar objetos sobre los que se han medido múltiples variables, de forma que objetos similares estén próximos entre sí, a la vez que se alejan de los objetos más disimilares; esta ordenación se realiza a lo largo de gradientes que permiten explorar la asociación entre los objetos y las variables. En el caso particular del análisis de comunidades ecológicas, el ACC permite relacionar las abundancias de las distintas especies con factores medioambientales (Ter Braak, 1986) tales como temperatura, salinidad y concentración de carbonatos.

El resultado de este tipo de análisis se representa en un eje de coordenadas donde las variables ambientales forman vectores que parten del origen de coordenadas, cuya longitud nos da idea de su importancia, cuya dirección nos da idea de su correlación con los diferentes ejes de composición específica y cuyo ángulo nos da la idea de la correlación existente con las demás variables.

Al realizar el análisis hay que considerar el tamaño de la muestra, ya que son necesarias un mínimo de observaciones por variable para que el análisis pueda representar las correlaciones adecuadamente. Por ello este análisis se efectuó solamente con aquellas especies más abundantes.

3.2.3.3 Cálculo de la diversidad

La diversidad es un parámetro descriptor de una comunidad de organismos. Considera a la vez el número de especies diferentes que habitan en un lugar y la abundancia o número de individuos de cada una de éstas, atendiendo por tanto a la importancia de cada especie dentro de la comunidad. Cuando las especies tienen igual o muy similar abundancia se dice que hay una alta uniformidad o equitatividad.

Un índice de diversidad es una medida matemática de la diversidad de especies en una comunidad. Estos índices proporcionan mayor información sobre la composición de una comunidad que simplemente su *riqueza* (número de especies presente). Asimismo tienen en cuenta las abundancias relativas de las distintas especies. De esta forma un índice de diversidad depende no sólo de cuantas especies hay, sino de si los individuos están distribuidos entre ellas de manera más o menos equitativa o más o menos desigual, proporcionando así información



importante sobre lo escasas o comunes que son las distintas especies que forman una comunidad.

La capacidad de cuantificar adecuadamente la diversidad constituye por tanto una herramienta fundamental para comprender la estructura de las comunidades biológicas.

En los estudios de foraminíferos uno de los índices de diversidad más extensamente empleados es el denominado “ α de Fisher” (Fisher *et al.*, 1943). El modelo de la serie logarítmica de Fisher representó el primer intento de describir matemáticamente la relación entre el número de especies y el número de individuos de estas especies. Puede obtenerse a partir de la ecuación:

$$\alpha = \frac{N(1-x)}{x}$$

donde N es el número de individuos y x es otro parámetro de la serie logarítmica, siempre inferior a 1, y que puede ser estimado mediante un cálculo iterativo. Cuanto mayor es índice α mayor será la diversidad.

El índice más utilizado con diferencia es el de Shannon-Wiener (Shannon & Wiener, 1949) cuya expresión es:

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

donde H es el índice de diversidad de Shannon-Wiener, S el número de especies y p_i es la proporción de la muestra que representa la i-ésima especie. Aunque aquí se ha utilizado el logaritmo binario, también se utiliza el logaritmo natural o el de base 10, algo que debe ser tenido en cuenta si se quieren comparar estudios distintos.

El índice de Shannon-Wiener crece con el número de especies y con la equitatividad en el número de individuos por especie. De esta forma, a igual número de individuos, la diversidad será mayor en aquella comunidad con más especies. Asimismo a igual número de especies, la diversidad será mayor cuanto más equitativamente estén repartidos los individuos entre el conjunto de especies.

Otra forma de estimar la diversidad es mediante los denominados índices de dominancia que se basan en la abundancia de las especies más comunes.

Uno de los índices de dominancia más conocidos es el denominado índice de Simpson (Simpson, 1949) que varía entre 0 y 1. Su fundamento estriba en calcular la probabilidad que existe de seleccionar sucesivamente al azar dos individuos de especies diferentes y viene dado por la expresión:

$$D = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

donde p_i es la proporción de individuos de la especie i -ésima. D decrece a medida que aumenta la diversidad, por lo que usualmente se utilizan variantes de este índice como $1-D$ o $1/D$ para obtener una medida directa de la diversidad. En este trabajo se ha calculado el recíproco o inversa del índice de Simpson $1/D$.

Todos los índices de diversidad empleados se calcularon en el programa estadístico R, con los paquetes Biodiversity y VEGAN.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Contenido en foraminíferos de los sedimentos

En primer lugar se presentan los resultados correspondientes al contenido en foraminíferos de los sedimentos y a continuación los referentes a la caracterización de los mismos por medio de parámetros sedimentológicos.

En cuanto al estudio de los foraminíferos presentes en las diferentes muestras, hay que destacar el importante número de especies que aparecen, siendo muchas de ellas la primera vez que se citan para Canarias.

De un total de 10172 individuos se han contabilizado 127 especies diferentes, de las cuales 67 especies pertenecen al suborden Rotaliina, 37 a Miliolina, 8 a Textulariina y 15 a Globigerinina. El mayor porcentaje de las especies encontradas son, por tanto, hialinas (Fig. 3.12). La distribución de las especies encontradas en cada una de las muestras se presenta en el Anexo.

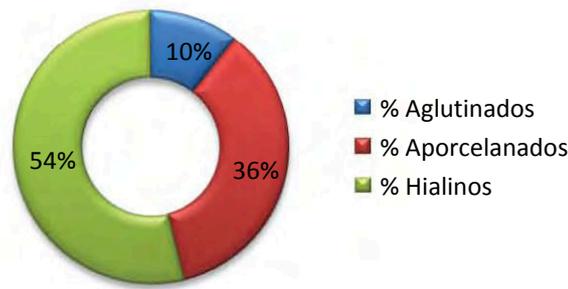


Figura 3.12.- Porcentaje de caparazones encontrados del tipo aglutinados, aporcelanados e hialinos.

Las especies más abundantes del total encontrado fueron *Asterigerinata mamilla* (Williamson) 5,41%, *Bolivina pseudoplicata* Heron-Allen & Earland 6,80%, *Cibicides refulgens* Montfort 5,58%, *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob) 6,24%, *Rosalina vilardeboana* D'Orbigny 4,77%, *Quinqueloculina berthelotiana* D'Orbigny 9,42%, *Quinqueloculina quadrata* Nörvang 7,93%, *Textularia pseudogramen* Chapman & Parr 4,57%, *Globigerinoides ruber* (D'Orbigny) 7,23% (Fig. 3.13). Estas especies representan el 58% del total. A pesar de que el mayor número de especies pertenecen al suborden Rotaliina, la especie más abundante, es decir aquella de la que se han contabilizado un mayor número de caparazones, es *Q. berthelotiana*. Esta especie del suborden Miliolina representa ella sola casi el 10% del total. Así mismo, destaca el 7,23% del total correspondiente a una especie de foraminífero planctónico (Globigerinina) como es *G. ruber*.

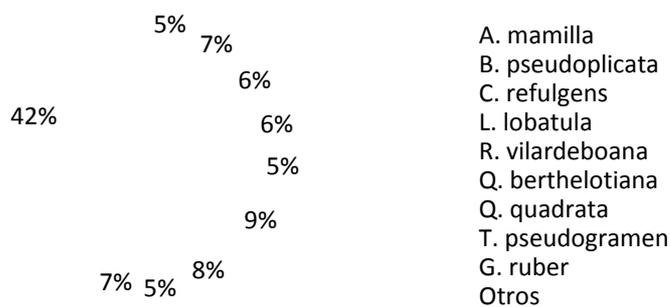


Figura 3.13. Porcentajes de las especies más abundantes.

La asociación dominante en el caso de las muestras de sedimento de la plataforma marina de Maspalomas, queda conformada por las siguientes especies: *Quinqueloculina berthelotiana*, *Quinqueloculina quadrata*, *Globigerinoides ruber* y *Bolivina pseudoplicata*.

La tabla 3.2 muestra los valores más relevantes del estudio de foraminíferos, mientras que el listado completo incluyendo el número de individuos de cada especie identificados en cada muestra se encuentra en el Anexo.

Muestra	Nº sp.	Nº Planc.	Bentónicos	Biocenosis	Tanatocenosis	Total cap.
BC 13D	19	7	163	3	170	173
BC 13G	23	5	128	0	133	133
BC 15F	15	2	64	0	66	66
BC 15J	26	15	144	9	159	168
BC 26B	49	56	321	0	377	377
BC 26F	53	27	327	0	354	354
BC27G	47	34	294	38	328	366
BC 27J	54	21	318	35	339	374
BC 35B	49	91	242	0	333	333
BC 35E	59	113	260	0	373	373
BC 41B	32	13	291	0	304	304
BC 41E	34	19	327	0	346	346
NC 2G	14	3	56	0	59	59
NC 2J	8	0	47	0	47	47
NC 7C	34	16	302	0	318	318
NC 7E	49	22	336	2	358	360
NC 9C	52	78	256	0	334	334
NC 9F	57	74	285	0	359	359
NC 10B	46	12	317	0	329	329
NC 10E	45	38	316	0	354	354
NC 12D	35	46	286	0	332	332
NC 12G	46	57	285	0	342	342
BC 60A	33	12	299	0	311	311
BC 60D	39	17	295	0	312	312
BC 61F	33	30	293	6	323	329
BC 61C	30	14	302	0	316	316
BC 62E	54	120	204	0	324	324
BC 62A	40	87	232	0	319	319
BC 64A	43	121	267	0	388	388
BC 64E	49	116	220	0	336	336
BC 66C	34	21	307	0	328	328
BC 66F	30	45	316	0	361	361
BC 68A	34	30	289	0	319	319
BC 68E	36	40	287	1	327	328

Tabla 3.2. Número de especies, de planctónicos, bentónicos, biocenosis y tanatocenosis en cada muestra.

La figura 3.14 señala la distribución del número de especies en las diferentes muestras y nos indica que zonas son las que presentan mayor riqueza dentro del área de estudio. En el primer caso se presentan los datos obtenidos a partir del



análisis de las muestras superficiales, mientras que en el segundo caso se representan los datos de aquellas más profundas de cada uno de los box-corer estudiados.

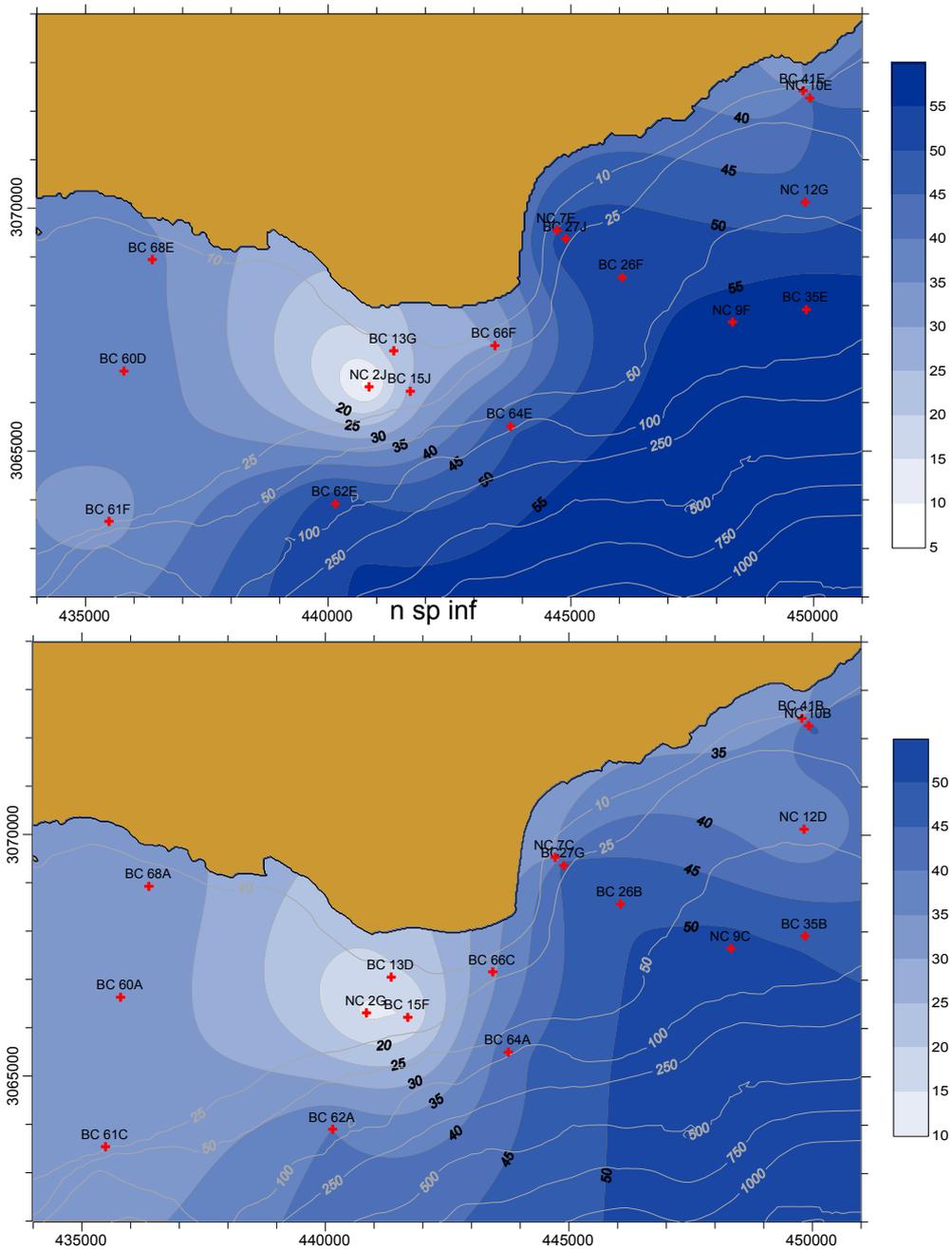


Figura 3.14. Mapas de distribución del número de especies encontradas en las muestras más superficiales (superior) y más profundas (inferior) de cada uno de los box-corer analizados.



En lo que respecta a la distribución de la biocenosis por muestra (Fig. 3.16), se ve que las muestras que contenían mayor número de individuos vivos son la BC27J y BC27G, situadas frente a la playa de El Inglés.

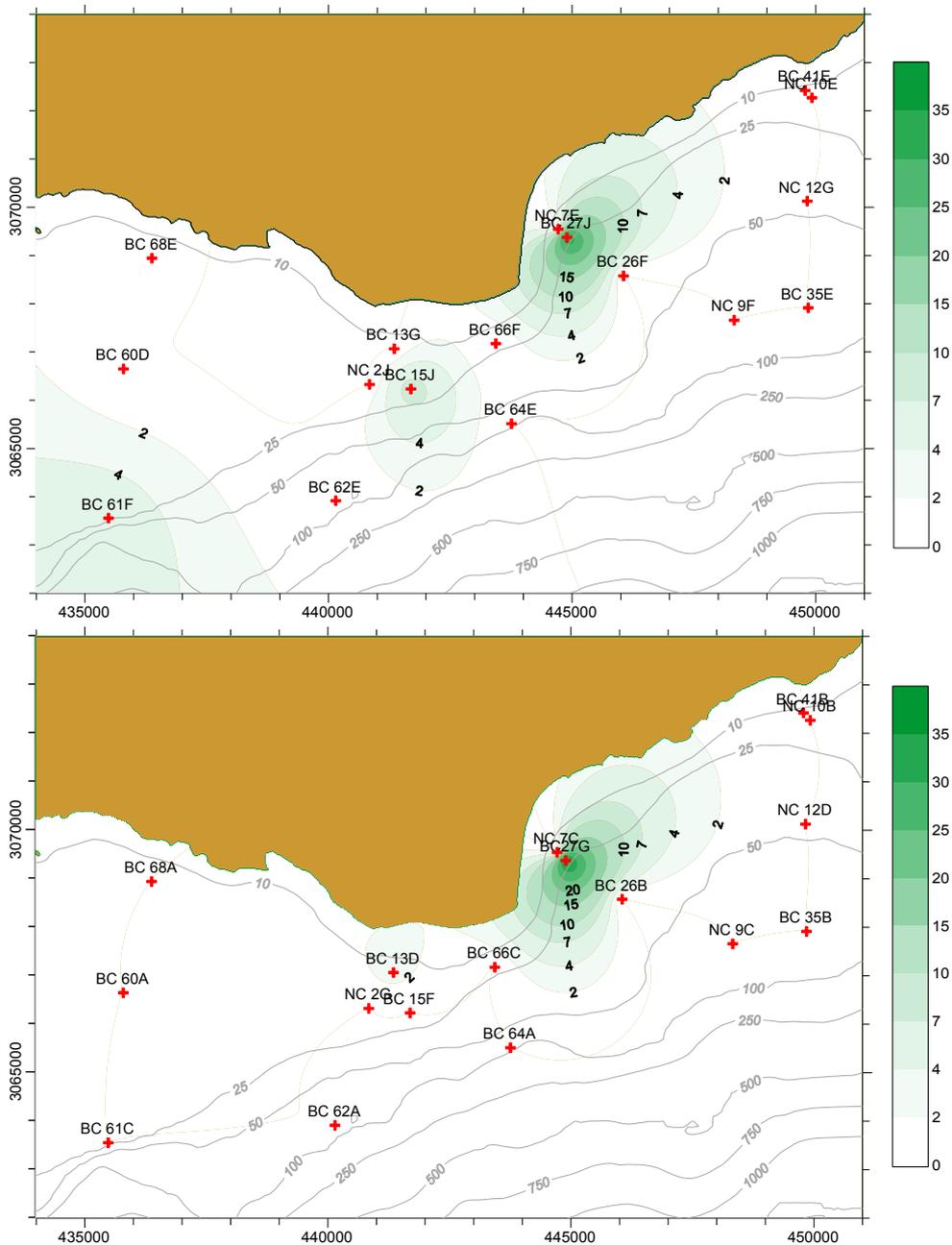


Figura 3.16. Mapa de distribución de la biocenosis correspondiente a las muestras más superficiales (superior) y más profundas (inferior) de cada uno de los box-corer analizados.

Asimismo, se efectuó un análisis cluster para ver cómo se relacionan las diferentes muestras en función de su contenido en foraminíferos. La figura 3.17 muestra el dendrograma del análisis cluster llevado a cabo para este estudio empleando la Distancia de Hellinger y el método de agrupamiento de Ward.

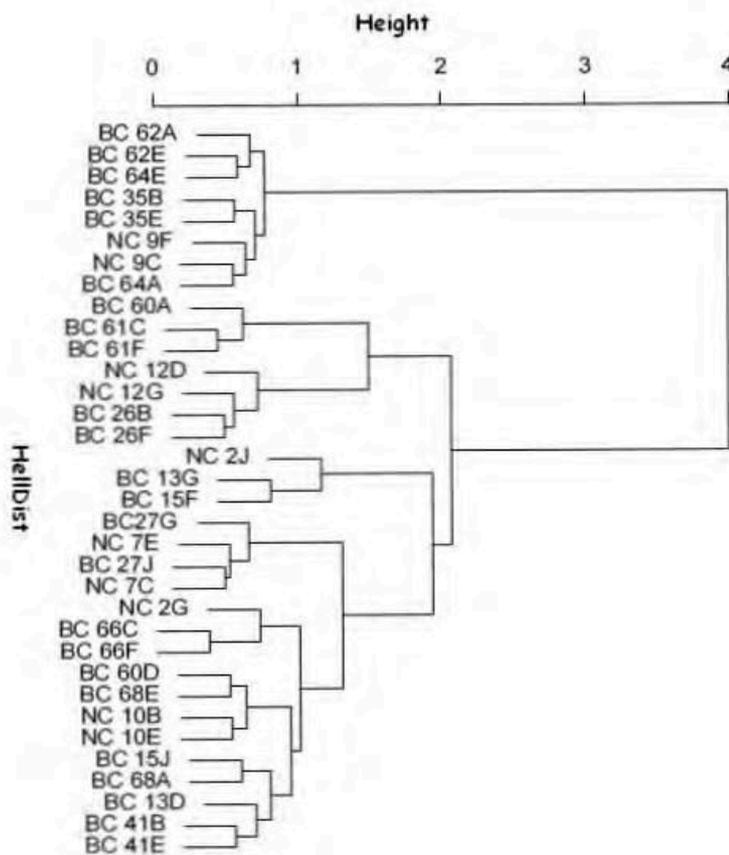


Figura 3.17. Dendrograma del análisis cluster llevado a cabo empleando la distancia de Hellinger y el método Ward.

Como se puede ver en el dendrograma, las muestras de plataforma se dividen principalmente en dos grandes grupos. Un primer grupo, que denominaremos “A” a partir de este momento, formado por las 8 muestras correspondientes a los box-corer BC62, BC64, BC35 y NC9; y un segundo grupo más amplio, “B”, formado por el resto de muestras.

El segundo grupo o grupo B se encuentra a su vez dividido en dos subgrupos principales, uno formado por las muestras de los box-corer BC61, BC26, y NC12, así como por BC60A que denominaremos B1. El otro subgrupo, que denominaremos B2, está integrado por las muestras superior e inferior de los box-corer BC68, BC66, BC13, BC15, BC27, BC41, NC7, NC10 y NC2, así como por la muestra BC60D.



La aplicación de los índices de diversidad en los estudios de foraminíferos es una práctica muy extendida, por lo que se incluyen también en este trabajo. Se ha trabajado exclusivamente con los datos de la tanatocenosis, puesto que el número de individuos vivos o biocenosis no era estadísticamente representativo. De acuerdo con Murray (2000), no se ha empleado en ningún caso la suma total de tanatocenosis y biocenosis. Los valores obtenidos se presentan en la tabla 3.3.

Muestra	alpha	H	Inv. Simp.
BC 13D	6,45	2,30	6,83
BC 13G	7,71	2,51	8,80
BC 15F	6,17	2,14	6,22
BC 15J	6,75	2,62	10,74
BC 26B	13,12	3,05	13,59
BC 26F	16,43	3,26	16,57
BC 27G	12,15	2,99	14,40
BC 27J	16,84	3,16	14,30
BC 35B	16,16	3,26	15,43
BC 35E	18,90	3,45	21,16
BC 41B	9,57	2,77	10,74
BC 41E	10,11	2,94	13,41
NC 2G	5,80	2,06	5,61
NC 2J	2,77	1,57	3,53
NC 7C	11,18	3,00	13,95
NC 7E	17,00	3,10	13,41
NC 9C	17,63	3,28	16,38
NC 9F	22,55	3,37	17,27
NC 10B	15,64	2,98	11,31
NC 10E	16,13	3,18	15,25
NC 12D	12,47	3,06	13,02
NC 12G	17,33	3,49	23,21
BC 60A	10,20	2,59	7,08
BC 60D	13,96	3,06	12,86
BC 61C	8,88	2,50	6,62
BC 61F	11,37	2,58	6,60
BC 62A	13,09	3,17	16,04
BC 62E	20,74	3,35	17,79
BC 64A	15,32	3,32	18,49
BC 64E	16,62	3,22	15,70
BC 66C	10,05	2,72	8,77
BC 66F	8,16	2,80	11,30
BC 68A	10,09	2,75	10,02
BC 68E	12,16	2,94	13,79

Tabla 3.3. Valores obtenidos para los diferentes índices de diversidad: alpha corresponde con el índice α de Fisher, H es el índice de Shannon-Wiener e inv. Simp. es el recíproco de Simpson.

Dado que el índice de Shannon-Wiener es el más utilizado, se ha llevado a cabo el estudio de las diferencias entre los valores obtenidos para este índice en cada una de las muestras. Debido a que éstas no presentaban una distribución normal se efectuó un test de Wilcoxon, obteniéndose un ***p-valor*** de **0.02857**. Dicho *p-valor* nos indica que existen diferencias significativas entre los valores correspondientes al índice de diversidad Shannon-Wiener para las muestras superficiales con respecto a las más profundas.

En la figura 3.18 se puede ver dicha diferencia y como las muestras más profundas poseen en general una mayor diversidad.

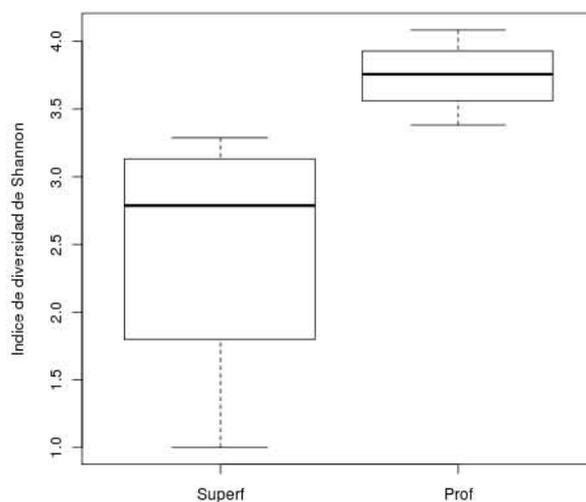


Figura 3.18. Se representa la mediana de los valores obtenidos para el índice de diversidad de Shannon-Wiener comparando las muestras superficiales con las más profundas.

3.3.2 Parámetros sedimentológicos

Los resultados de los análisis granulométricos y de contenido en carbonatos efectuados a cada una de las muestras se recogen en la tabla 3.4. Puede observarse que el tamaño medio corresponde en todas las muestras a sedimentos tamaño arenas, con un rango de tamaños que oscila entre 0.11 y 0.94 mm. Por lo que respecta al contenido en carbonatos, el rango de variación es enorme, desde el 9% de la muestra BC 41B al 100% de la muestra BC 61F.

La distribución superficial de estas variables sedimentológicas se presenta en las figuras 3.19 y 3.20 para el tamaño medio de grano y el contenido en carbonatos respectivamente.



Muestra	MEAN (mm)	SORTING (s1)	SKEWNESS (SK1)	CO3 (%)
BC 13D	0,188	0,616	-0,197	43,54
BC 13G	0,174	0,545	-0,129	40,46
BC 15F	0,444	0,876	0,052	75,00
BC 15J	0,446	0,781	0,111	75,43
BC 26B	0,371	1,508	-0,279	76,86
BC 26F	0,259	1,389	-0,460	72,27
BC27G	0,119	0,503	0,095	15,16
BC 27J	0,119	0,548	0,027	15,67
BC 35B	0,736	1,972	-0,201	82,87
BC 35E	0,539	1,865	-0,398	82,56
BC 41B	0,120	0,872	-0,284	8,78
BC 41E	0,115	0,595	-0,129	9,40
NC 2G	0,498	1,029	-0,118	81,62
NC 2J	0,672	0,949	0,104	85,77
NC 7C	0,132	0,497	0,225	22,74
NC 7E	0,131	0,523	0,254	21,72
NC 9C	0,440	1,525	-0,225	91,08
NC 9F	0,358	1,404	-0,187	90,29
NC 10B	0,700	1,814	0,054	66,31
NC 10E	0,448	1,580	-0,120	52,24
NC 12D	0,323	1,468	-0,363	85,41
NC 12G	0,181	1,240	-0,405	75,92
BC 60A	0,673	1,096	-0,059	85,87
BC 60D	0,684	1,117	-0,030	88,49
BC 61C	0,793	1,269	-0,263	95,25
BC 61F	0,940	1,212	-0,084	100,00
BC 62A	0,266	1,302	-0,352	73,43
BC 62E	0,188	0,892	-0,182	68,16
BC 64A	0,762	1,813	-0,121	85,58
BC 64E	0,387	1,442	-0,211	75,28
BC 66C	0,207	0,927	-0,390	38,86
BC 66F	0,172	0,799	-0,267	34,46
BC 68A	0,496	1,762	-0,212	56,50
BC 68E	0,302	1,528	-0,355	45,60

Tabla 3.4. Valores de tamaño medio de grano, sorting, skewnes y % de carbonatos obtenidos para las diferentes muestras.

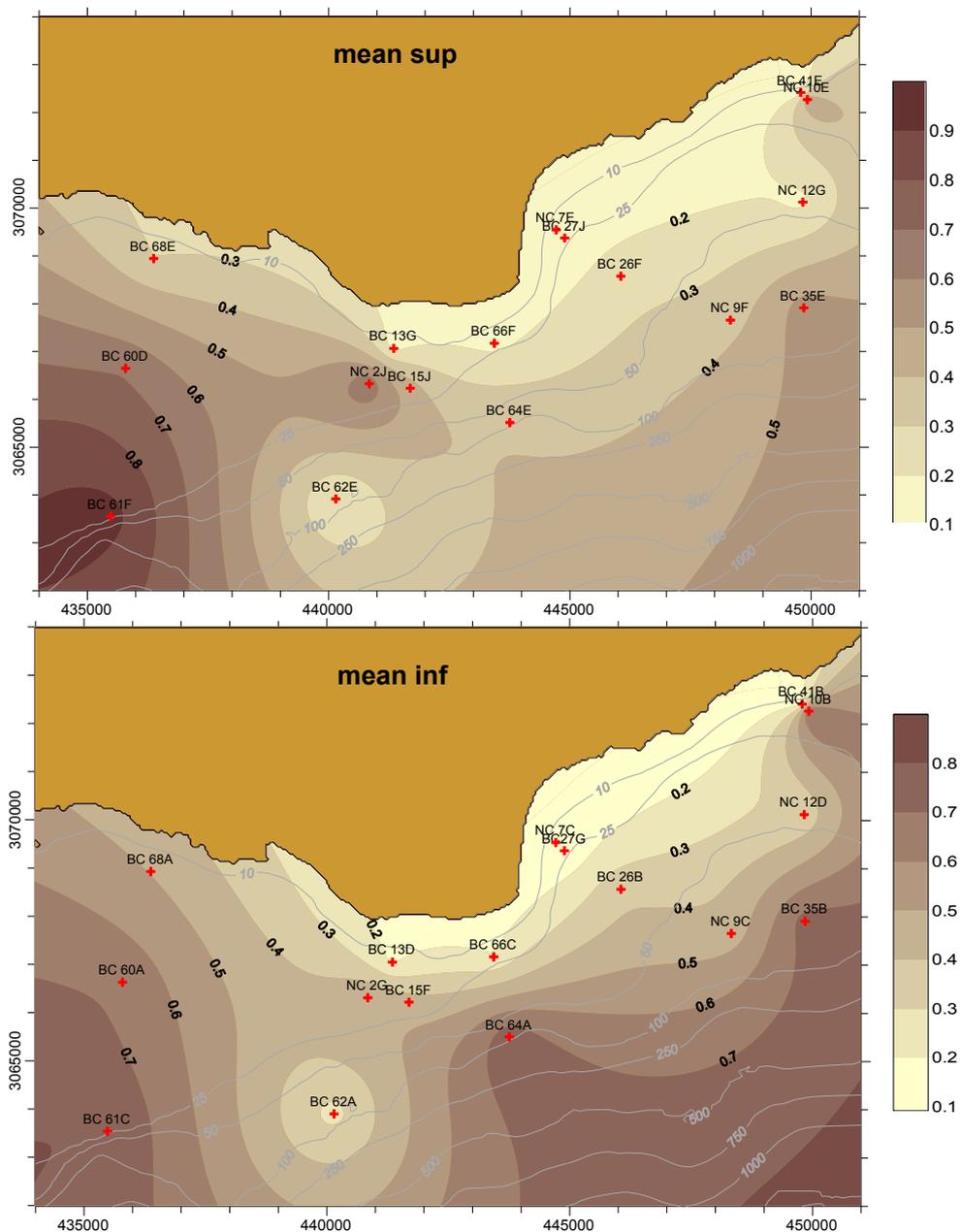


Figura 3.19. Mapa de distribución del tamaño medio de grano en milímetros de las muestras superficiales (superior) y profundas (inferior) de cada uno de los box-corer analizados.

La figura 3.19 muestra que la distribución de tamaños sigue el mismo patrón para los dos casos: los materiales más gruesos ($\varnothing > 0.6$ mm) se localizan al SO de la zona de estudio (banco de Pasito Blanco), mientras que los más finos ($\varnothing < 0.2$ mm) se encuentran distribuidos a lo largo del tramo de costa entre Morro Besudo y el faro de Maspalomas.



Por lo que respecta a la distribución del contenido en carbonatos, comparado las muestras superficiales con las que se encuentran a 6 cm bajo la superficie del fondo, el patrón observado es prácticamente análogo para ambas (Fig. 3.20).

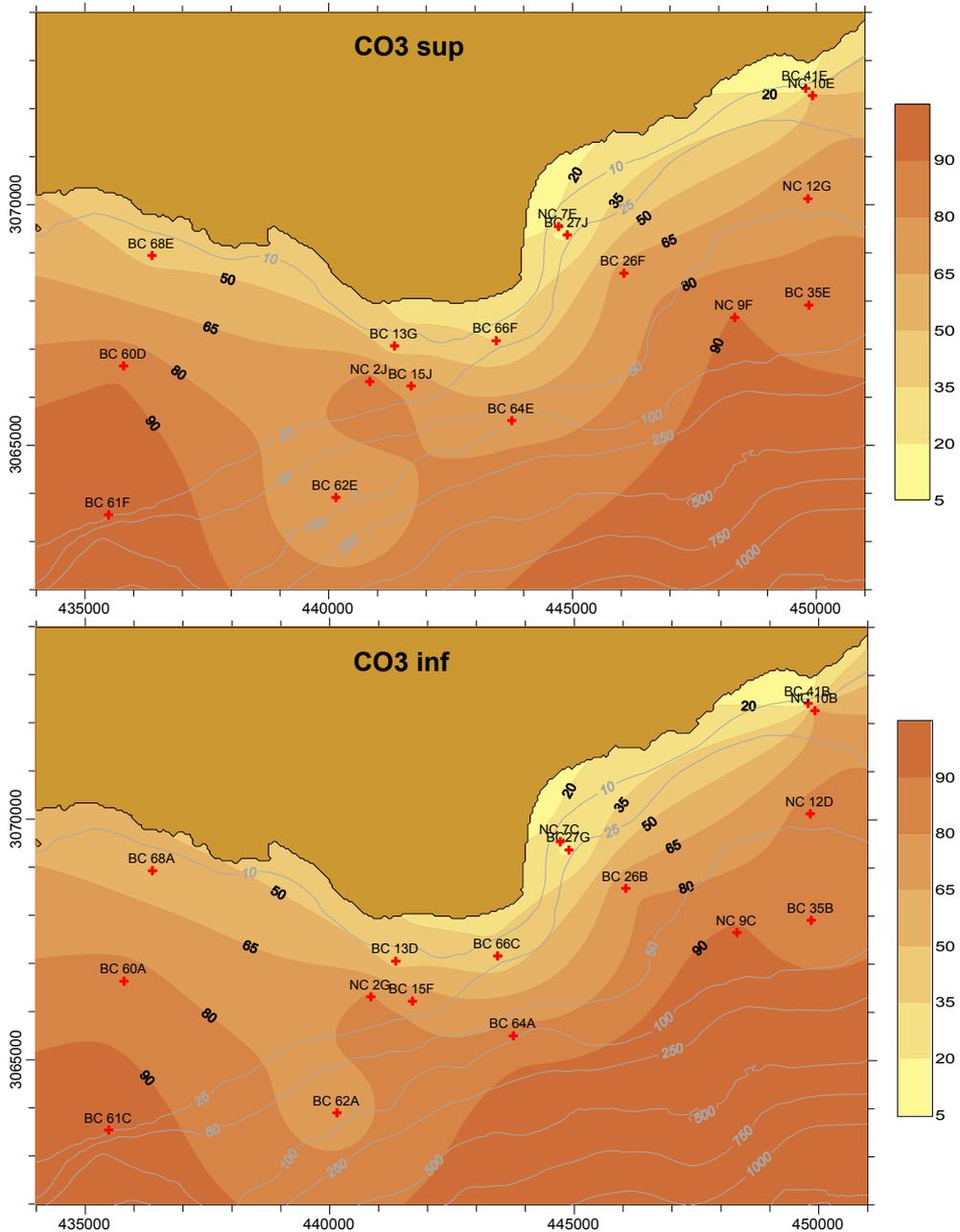


Figura 3.20. Mapa de distribución del porcentaje de carbonatos de las muestras superficiales (superior) y de las profundas (inferior) de cada uno de los box-corer analizados.

3.3 DISCUSIÓN

Frente al Faro de Maspalomas hallamos una zona donde el número de especies es más bajo (ambas muestras de los BC13, BC15 y sobre todo NC2), aumentando la riqueza a medida que nos desplazamos hacia el Este a la vez que también se incrementa con la profundidad (Fig. 3.14). Aunque el número de especies por muestra varía según se trate de la muestra inferior o superior, en ambos casos las muestras con mayor riqueza de especies son aquellas situadas a mayor profundidad.

Este hecho llama la atención, ya que al Oeste del Faro de Maspalomas, como vimos en la introducción a este capítulo, se encuentra una de las zonas con plataforma marina más desarrollada de toda Gran Canaria. Es una zona al abrigo de la isla, donde los temporales más frecuentes de dirección N no azotan la costa, donde nos encontramos con un mar abierto bien oxigenado, relativamente rico en nutrientes y con la profundidad media en torno a 20 metros. En principio, estas condiciones son muy favorables para el desarrollo de organismos como los foraminíferos. Por lo que cabría esperar que el número de especies encontradas en las muestras situadas al Oeste del Faro fuera mayor.

Por otro lado, la mayoría de las muestras no contenían foraminíferos vivos en el momento de su recogida, lo que puede deberse a que las muestras sean realmente pobres en biocenosis, o a un error en el método de tinción. En cualquier caso no se ha trabajado con ellos ya que los escasos valores obtenidos no se han considerado estadísticamente representativos (Tabla 3.2, Fig. 3.16).

La asociación de foraminíferos que encontramos en las diferentes muestras permite distinguir a través del análisis cluster dos grandes grupos.

Estos dos grupos poseen una diferencia fundamental y es la profundidad a la que se encuentran las muestras que los componen. El grupo B está formado por muestras que van desde los 14 a los 50 metros de profundidad, mientras que las muestras que se sitúan en el grupo A se corresponden con las que están a más de 70 metros de profundidad.

En el caso de la subdivisión del grupo B, la profundidad no juega un papel tan marcado. Las pertenecientes al grupo B1 tienen profundidades desde 23 a 50 metros y las del grupo B2 desde 14 a 25 metros. Por consiguiente, hay muestras con profundidad igual o muy similar que sin embargo se distribuyen en grupos diferentes.



La figura 3.21 representa gráficamente el resultado del análisis cluster, donde las muestras más relacionadas aparecen con igual color y situadas en la zona de estudio. De esta manera se diferencian perfectamente los tres grupos principales que resultan de dicho análisis en los siguientes colores:

- Verde: muestras del grupo A
- Rojo: muestras del grupo B1
- Negro: muestras del grupo B2

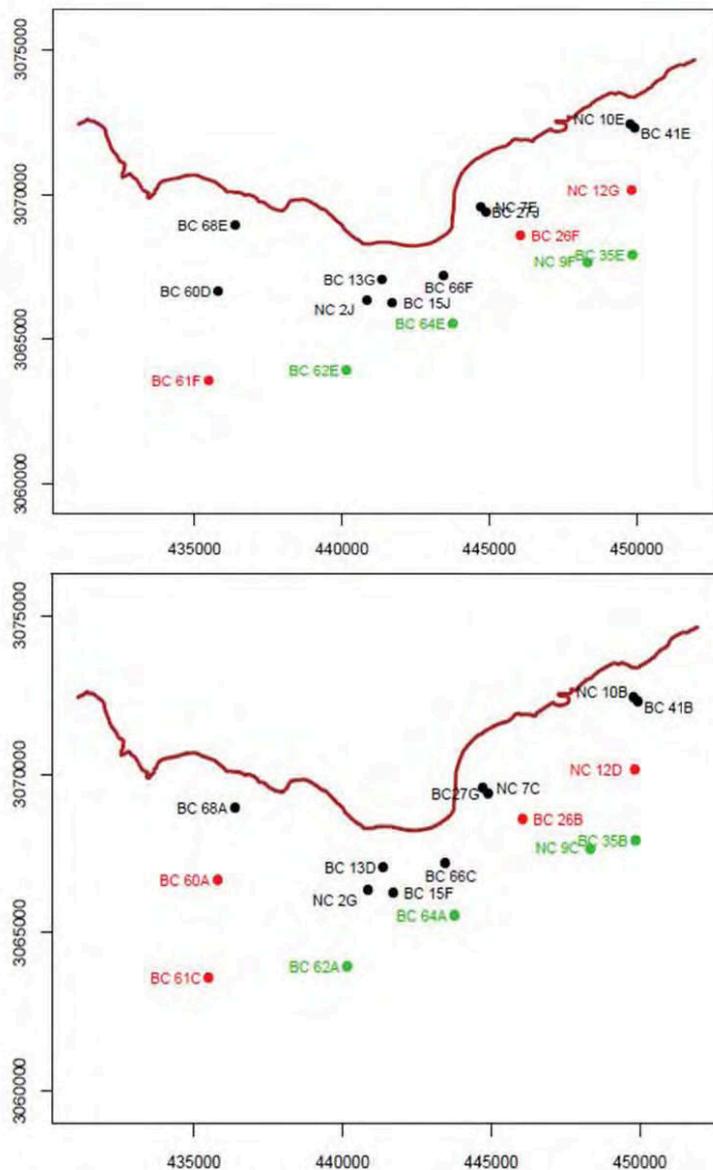


Figura 3.21. Representación gráfica por colores de los tres grupos de muestras obtenidos del análisis cluster. Muestras más superficiales (arriba) y más profundas (abajo).

Por tanto, todo parece indicar que la profundidad es la responsable de que la asociación de foraminíferos de las muestras del grupo A sea claramente distinta al resto, formando un grupo totalmente independiente. De hecho, la mayor diferencia entre la asociación de foraminíferos de las muestras del grupo A y el resto, es el contenido en foraminíferos planctónicos, siendo mucho mayor en las primeras.

Durante su vida los foraminíferos planctónicos necesitan una columna de agua importante para desarrollar su ciclo biológico y al morir sus caparazones se acumulan en zonas profundas. El hecho de no encontrar caparazones de éstos foraminíferos o ser extremadamente escasos en las muestras más cercanas a la costa sugiere que no se está produciendo un transporte desde las zonas profundas a zonas menos profundas. Esto podría ser debido a la falta de corrientes de fondo que los transporten o bien a que éstas no son lo suficientemente fuertes como para superar la pendiente que existe entre las muestras de más de 50 m de profundidad y las más cercanas a la costa.

Tradicionalmente se han aplicado los índices de diversidad tanto para biocenosis como para tanatocenosis de foraminíferos y muchos autores mezclan estos datos como si fueran complementarios. De acuerdo con Murray (2000) estos datos no se deben mezclar, pues la biocenosis no completa la tanatocenosis ni al contrario, ya que ambas responden a procesos totalmente diferentes.

Por otro lado, los índices de diversidad fueron pensados originalmente para comunidades de organismos vivos, integrados en un ecosistema y sujetos a una serie de leyes biológicas y físicas que determinan en gran medida la forma de vida de dichos organismos. Este tipo de representaciones de la realidad con lenguaje matemático implican la aceptación de una serie de supuestos que, aunque en los fenómenos de la naturaleza se sabe que no se van a cumplir con exactitud, sí se debe asegurar que se cumplan aproximadamente. Además, la regularidad matemática que permite desarrollar estos índices es debida a las relaciones entre las distintas especies, como las relaciones alimenticias, parasitismo, simbiosis y otras posibles interacciones, que se traducen en la aparición y conservación de determinadas relaciones numéricas.

Por ello, hay que ser muy cautos, en el caso de la tanatocenosis, a la hora de interpretar la diversidad de las muestras, ya que entre el momento en que los organismos estaban vivos y el momento en que se realiza el muestreo, transcurre un periodo de tiempo determinado. Durante este lapso de tiempo, algunos factores, como las corrientes marinas y los procesos tafonómicos, actúan



distorsionando la composición de la asociación original y la diversidad puede ser interpretada de forma incorrecta. Esto se suma a que la asociación de individuos muertos o tanatocenosis, no posee ya ninguna de las cualidades atribuidas a un conjunto de individuos vivos y sus interacciones (Murray 2000). En este caso, los índices de diversidad pierden todo su sentido.

Sin embargo, teniendo en cuenta estas precauciones, los índices de diversidad pueden ser utilizados con la tanatocenosis a modo orientativo para poder realizar la interpretación del registro fósil. Aunque, en este sentido, es muy importante estudiar de forma independiente las biocenosis de diferentes ecosistemas, así como los procesos tafonómicos, para poder contar con datos realmente comparables y bien fundamentados.

Según Murray (2006) el índice α de Fisher oscila entre 5-15 en las zonas de plataforma y entre 5-20 en aguas profundas. Como se puede ver en la tabla 3.3 las muestras estudiadas se encuentran dentro de estos intervalos. Todas poseen un valor α de Fisher superior a 5 y en algunos casos está por encima de 15. Como cabía esperar, la gran mayoría poseen una diversidad asociada a muestras de plataforma abierta y, precisamente, aquellas muestras tomadas a más de 50 metros de profundidad poseen α de Fisher superior a 15, relacionándose con ambientes de aguas profundas. Los resultados obtenidos de aplicar el recíproco o inversa del índice de Simpson $1/D$, se desprende, al igual que en los anteriores casos, que las muestras más profundas son las más diversas.

En cuanto a los datos obtenidos del análisis sedimentológico, se observan algunas tendencias según se trate de un parámetro u otro. Comparando el tamaño medio de grano superficiales y profundas de cada box-corer, se aprecia que en todas las estaciones situadas a una cierta profundidad en la mitad oriental de la zona de estudio (estaciones NC9, NC10, NC12, BC26, BC 35 Y BC 64) presentan un mismo patrón, consistente en un aumento considerable del tamaño medio de la muestra más profunda respecto a la superficial (Fig. 3.19). Obsérvese, como ejemplo, el caso de las muestras BC 64E y BC 64A, donde el tamaño medio cambia de 0.38 mm en superficie a 0.76 mm a 6 cm de profundidad (Tabla 3.4).

Este patrón indica claramente un enriquecimiento en tiempos recientes de materiales finos en toda esta zona. En las muestras situadas más próximas a la costa este patrón es menos visible, lo que probablemente se deba a la mayor removilización de los materiales del fondo por efecto del oleaje, de forma que los primeros centímetros del sustrato están más homogéneamente distribuidos.

En el caso del contenido en carbonatos, las muestras con menor porcentaje son las situadas más cerca de la costa, lo cual es un indicio de los aportes de materiales terrígenos procedentes del interior de la isla (Fig. 3.20). Sin embargo, en las muestras próximas a la costa hay una diferencia clara entre aquellas situadas al E de la punta de La Bajeta, donde en varios tramos el contenido en carbonatos apenas alcanza el 20%, mientras que las situadas al O de la punta tienen valores próximos al 50%.

En cuanto a las muestras situadas a mayor distancia de la costa, en general, todas presentan porcentajes de carbonatos muy altos, con independencia de la profundidad a la que se tomó el correspondiente box-corer. En este sentido, los cuatro box-corer tomados en el banco de Pasito Blanco (NC2, BC15, BC60 y BC61), a unos 22 m de profundidad, presentan porcentajes de carbonatos superiores al 70%, igual que las muestras correspondientes a los box-corer BC62, BC64, NC9 y BC35, a pesar de que éstas, a diferencia de las anteriores, fueron tomadas a más de 70 m de profundidad.

Se deduce, por tanto, que el contenido en carbonatos está directamente relacionado con la distancia a la costa, y que, sin embargo, no guarda relación con la profundidad.

Por lo tanto y en términos generales, podemos decir que cerca de la costa y a medida que nos desplazamos desde el faro hacia el Este encontramos sedimentos más finos y con mayor porcentaje de terrígenos, mientras que al Oeste del Faro hay una gran plataforma donde los sedimentos son más groseros y más carbonatados.

Para obtener una visión de conjunto, los resultados del análisis cluster, donde se relacionan las muestras por su contenido en foraminíferos, se combinaron con los obtenidos a partir del análisis sedimentológico: el porcentaje de carbonatos en los sedimentos, el tamaño de grano medio y el sorting o grado de homogeneidad de la distribución granulométrica. Todos ellos se representaron frente a la profundidad.

Con respecto al porcentaje de carbonatos (Fig. 3.22), se observa como las muestras más cercanas a la costa, de las cuales ninguna supera los 24 metros de profundidad, tienen una gran variabilidad composicional, pues encontramos muestras que poseen menos de un 20% de carbonatos hasta las que tienen más de un 80%. Sin embargo, a partir de los 30 m de profundidad el porcentaje de carbonatos es más homogéneo y elevado, siempre por encima del 65%.

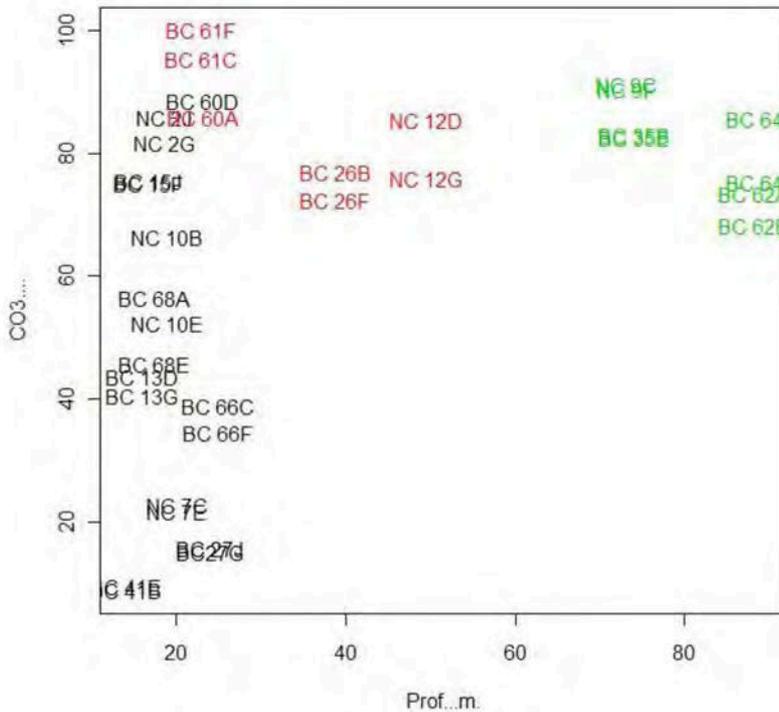


Figura 3.22. Relación entre las muestras según el porcentaje de carbonatos y la profundidad, junto con el resultado del análisis cluster representado en diferentes colores.

Llama la atención que las muestras BC60A, BC61C y BC61F, a pesar de estar a relativa poca profundidad (23 metros), la composición de especies de foraminíferos y el alto porcentaje en carbonatos las relaciona más al grupo de muestras de profundidades intermedias (en color rojo) que a las muestras más cercanas a la costa. Sin duda se debe a que se trata de las muestras tomadas en el banco de Pasito Blanco, que a pesar de tener poca profundidad, la gran distancia a la costa (3,2 y 5,2 km para las muestras BC60 y BC61 respectivamente) les confiere unas características más propias de ambiente oceánico que costero.

En el caso del tamaño medio de partícula expresado en milímetros, se observa como las muestras por debajo de 25 m de profundidad y más cercanas a la costa presentan una granulometría diversa con un amplio rango de tamaños de grano, encontrando muestras que van desde arenas muy finas hasta arenas gruesas. Las muestras con profundidades intermedias, entre 40 y 50 metros, se sitúan dentro de un rango comprendido entre las arenas medias y finas, mientras que las muestras tomadas a mayor profundidad, entre los 70 y 90 metros, se hallan dentro de un intervalo también amplio que va desde las arenas finas hasta las arenas gruesas (Fig. 3.23).

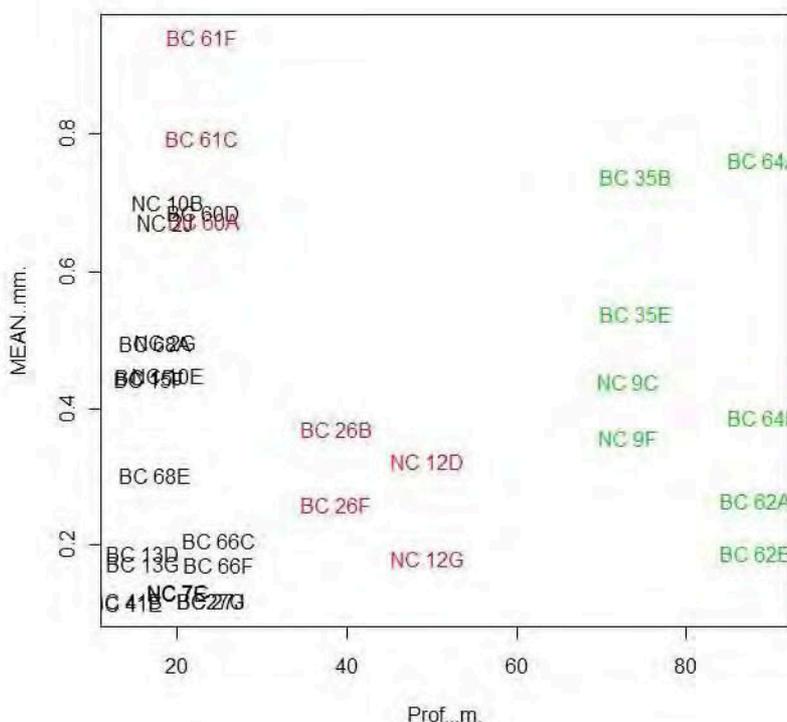


Figura 3.23. Relación entre las muestras según el tamaño medio de grano y la profundidad, junto con el resultado del análisis cluster representado en diferentes colores.

En este caso las muestras BC60A, BC61C y BC61F están compuestas por arenas gruesas, siendo de las muestras que presentan un mayor tamaño medio de grano. Por tanto sus características granulométricas son muy distintas a las de las muestras de profundidades intermedias (BC26 y NC12).

Por otro lado, en esta figura se puede distinguir también como las dos muestras de cada uno de los box-corer poseen tamaños medios bien diferenciados en la mayoría de los casos. Como ya se expuso anteriormente, en general se cumple que la muestra más profunda tiende a presentar tamaños medios más altos que la muestra superficial. Tomando como ejemplo el BC35, vemos como la muestra más profunda (BC35B) se localiza dentro del rango de las arenas gruesas, mientras que la superficial (BC35E) está más cercana a las arenas medias. No obstante, hay muestras como el BC61 y NC2 que manifiestan un patrón opuesto, y otras en las que no hay diferencias de tamaño medio entre la muestra superior y la inferior (BC60, BC 41 y NC7 entre otras).

También se ha llevado a cabo el cálculo del sorting o grado de selección del sedimento para todas las muestras. El sorting medido en unidades ϕ presenta un rango de valores que va desde $<0,35\phi$ en sedimentos muy bien clasificados, hasta



valores entre 2 y 40 que corresponden con sedimentos muy pobremente clasificados según las clasificaciones de Wentworth (1922) y Folk & Ward (1957). Es decir, valores altos indican un peor grado de clasificación o una muestra con partículas de tamaños más heterogéneos.

La figura 3.24 permite observar como las muestras más profundas tienden a presentar valores altos de sorting, encontrando sedimentos de moderadamente clasificados a pobremente clasificados. Los de profundidades intermedias se relacionan con sedimentos pobremente clasificados y por último las muestras más cercanas a la costa poseen un abanico de valores más amplio aunque la mayoría tienden a estar dentro de las moderadamente bien clasificadas.

Con respecto a las muestras BC60A y BC61 (C y F), por la profundidad a la que se encuentran deberían tener una composición en especies similar a las muestras más cercanas a la costa. Sin embargo, como ya se ha visto en el análisis cluster se relacionan con muestras de mayor profundidad. Este hecho, después de analizar el cluster y enfrentarlo con los resultados del estudio sedimentológico, podría estar relacionado con el contenido en carbonados y en menor medida con el sorting que poseen ambas muestras.

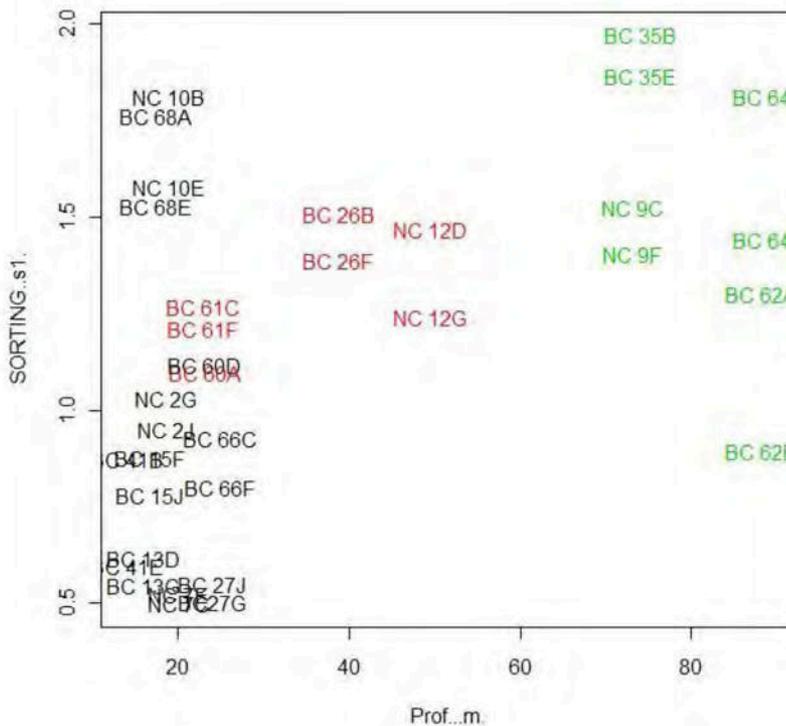
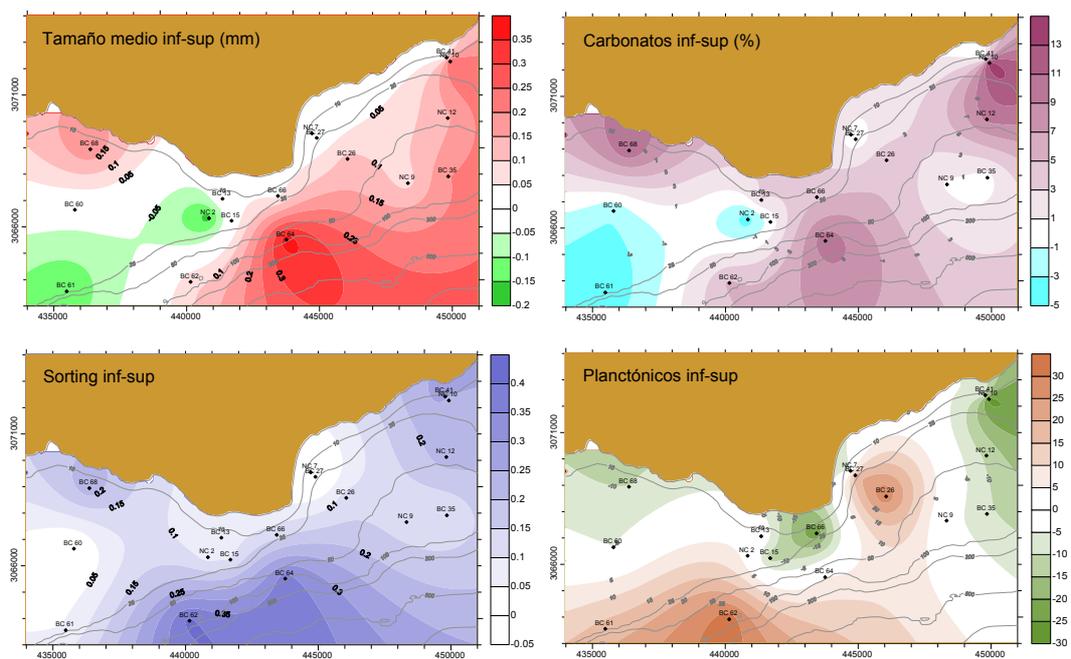


Figura 3.24. Relación entre las muestras según el sorting y la profundidad, junto con el resultado del análisis cluster representado en diferentes colores.

Ya se ha comentado la existencia de diferencias significativas en el tamaño medio entre las muestras superior e inferior de cada box-corer. La figura 3.25 presenta la distribución espacial de estas diferencias para distintas variables. En ella se aprecia por lo que respecta a las variables sedimentológicas (tamaño medio, sorting y contenido en carbonatos), que la muestra superior es más fina, más homogénea y con menos carbonatos que la muestra inferior, lo cual parece ser una indicación de mayores aportes de materiales terrígenos. A grandes rasgos hay dos zonas que no siguen este patrón:

- La zona del banco de Pasito Blanco (muestras BC60, BC61 y NC2), que presentan un patrón inverso al descrito, lo cual evidencia que el tipo de sedimentación que se da en esta zona no tiene relación con la que se produce en los alrededores.
- La zona de costa frente a las playas de El Inglés y Las Burras, donde las diferencias entre las muestras superior e inferior son prácticamente nulas. La interpretación más sencilla sería que la dinámica costera en esta zona poco profunda favorece la mezcla de estos 6 primeros centímetros del lecho marino.





Para estudiar las diferencias tanto en la composición de especies de foraminíferos como en sus características granulométricas y contenido en carbonatos, así como las relaciones que pudiesen haber entre éstos, se procedió a comparar los datos obtenidos para la muestra más profunda y la más superficial de cada box-corer. Como ya se ha mencionado, ambas muestras están separadas por unos 5 cm de sedimento y por lo tanto corresponden a diferentes momentos de sedimentación.

La tabla 3.5 contiene los porcentajes de similitud en cuanto al contenido en especies entre las dos muestras de cada box-corer. El % ausencias se refiere al porcentaje de especies del total encontradas para la plataforma que no están ni en la muestra superficial ni en la más profunda, % concordancia es el porcentaje de especies que coinciden en la muestra superficial y en la más profunda y % no concordancia es el porcentaje de especies que están en una pero no en la otra y viceversa.

El valor más alto de concordancia de especies entre muestras lo presenta el box-corer NC9 con un 32.28 % y el más bajo el NC2 con tan sólo el 3.15%. La mayoría de las muestras presentan valores alrededor del 20%. Estos valores tan bajos indican que existe una diferencia significativa entre la composición de especies de una muestra a otra dentro de un mismo box-corer.

Muestras	% Ausencias	% Concordancia	% No concordancia
BC 13	75.59	9.45	14.96
BC 15	77.17	5.51	17.32
BC 26	52.76	27.56	19.69
BC 27	52.76	24.41	22.83
BC 35	45.67	28.35	25.98
BC 41	61.42	15.75	22.83
NC 2	85.83	3.15	11.02
NC 7	51.97	22.05	25.98
NC 9	41.73	32.28	25.98
NC 10	48.03	25.20	26.77
NC 12	53.54	25.98	20.47
BC 60	60.63	22.05	17.32
BC 61	62.99	18.11	18.90
BC 62	46.46	24.41	29.13
BC 64	49.61	28.35	22.05
BC 66	67.72	19.69	12.60
BC 68	59.84	18.90	21.26

Tabla 3.5. Resultados de la comparación del contenido de especies entre las diferentes muestras de cada box-corer.

En cuanto a la comparación de los valores medios de las distintas variables se ha realizado utilizando el test de la *t de Student* para muestras emparejadas. Este test permite determinar si las diferencias que existen entre las muestras de un mismo box-corer son estadísticamente significativas o si por el contrario se deben meramente al azar.

Antes de aplicar el test de la *T de Student* se comprueba la normalidad de cada variable mediante el test de Shapiro-Wilk. Los resultados de estos dos análisis, tanto del test de normalidad como el de la *T de Student*, se resumen en la tabla 3.6.

VARIABLES	MUESTRA	Medias	Shapiro-Wilk p-valor	t-test p-valor	Diferencia
Tamaño medio	Inferior	0.427	0.1563	0.02521	Significativa
	Superior	0.360	0.2349		
Sorting	Inferior	1.226	0.4387	0.0003668	Significativa
	Superior	1.083	0.3416		
% CO ₃	Inferior	63.815	0.1013	0.03913	Significativa
	Superior	60.807	0.2898		

Tabla 3.6. Resumen de los resultados de *T de Student*.

Como se puede ver, las diferencias en cuanto a las características de los sedimentos entre la submuestra inferior y la superior de cada uno de los box-corer son en todos los casos significativas.

El hecho de que los valores de las variables medidas presenten diferencias significativas indica un cambio en las características del depósito en los 6 primeros centímetros, que tanto podría haberse debido a un evento puntual como a un cambio gradual debido a las corrientes de fondo dominantes en la zona.

Además de comprobar si las diferencias son significativas, se han comparado una a una las variables de la muestra inferior con la superior para ver qué relación presentaban. Como se aprecia en la figura 3.26, existe una clara asociación entre los valores de estas variables en profundidad y superficie, de manera que presentan una relación lineal.

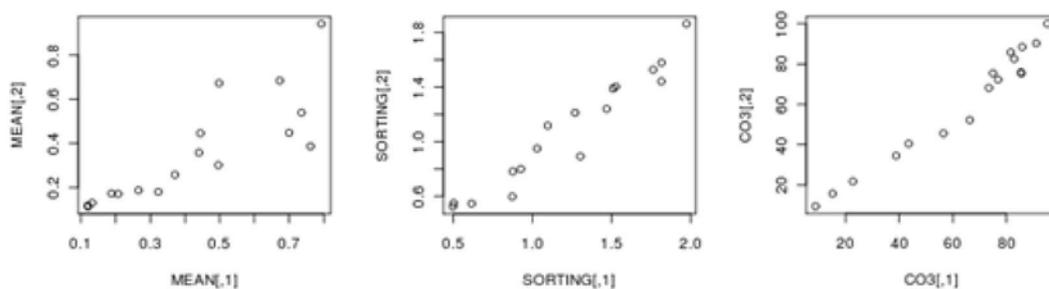


Figura 3.26. Relación de los diferentes parámetros sedimentológicos para las dos muestras de cada uno de los box-corer estudiados. En el eje horizontal se representa el valor de la muestra más profunda y en el vertical el de la más superficial.

Estas diferencias siguen un patrón homogéneo para todas las muestras, de tal manera que hay un enriquecimiento en materiales terrígenos y finos, a la vez que mejora el sorting en la muestra superficial con respecto a la más profunda. La única muestra que no sigue este patrón es la BC61. Esta muestra presenta un patrón inverso con mayor porcentaje de carbonatos en superficie, mayor tamaño de grano y peor sorting (Tabla 3.4). Esto probablemente es debido a que la muestra BC61 se encuentra justo en una de las zonas de más pendiente de la plataforma estudiada y ahí reciba gran cantidad de aportes de las zonas más elevadas que son ricas en carbonatos.

Por otro lado hay que tener en cuenta que el total de box-corer estudiados en la plataforma se recogieron en tres campañas distintas (Mayo 2005, diciembre 2005 y diciembre 2006) y sin embargo siguen el mismo patrón.

Por tanto, dado que las diferencias entre muestras de los dos niveles son estadísticamente significativas y manifiestan una relación lineal, aunque no podemos saber qué tiempo ha transcurrido entre la sedimentación de la muestra inferior a la superior, se puede afirmar que no ha habido procesos de removilización y consiguiente homogenización en al menos los primeros 6 cm del lecho marino.

Para conocer las posibles relaciones existentes entre los parámetros sedimentológicos y las especies de foraminíferos que encontramos en cada muestra se efectuó un *Análisis de Correspondencias Canónicas* (ACC). Para este análisis se tuvieron en cuenta sólo las 19 especies más abundantes. La figura 3.27 representa los resultados del ACC, donde se puede ver como las diferentes especies quedan incluidas en los siguientes grupos:

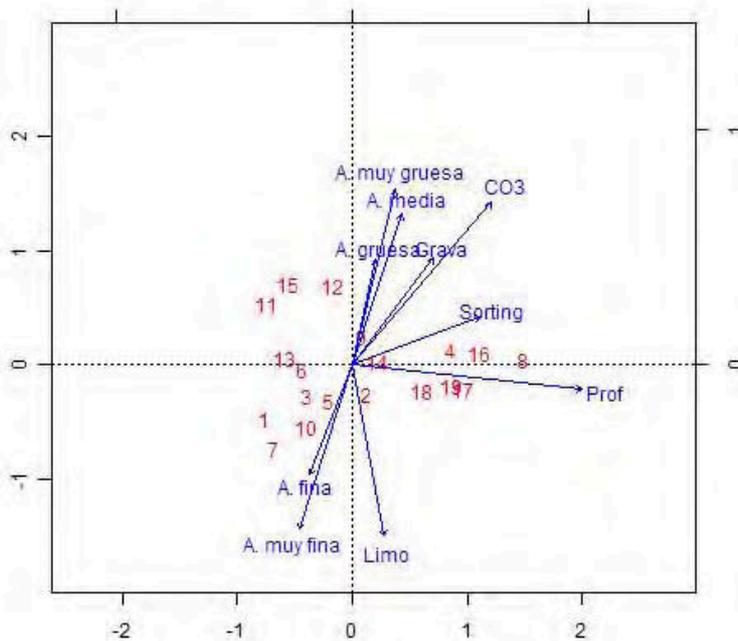


Fig. 3.27. Representación de los vectores definidos por el análisis de correspondencias canónicas. Los números corresponden con las siguientes especies: 1 *A. beccarii*, 2 *A. angulosa*, 3 *A. mamilla*, 4 *A. stelligerum*, 5 *B. pseudoplicata*, 6 *C. refulgens*, 7 *E. macellum*, 8 *H. bouneana*, 9 *L. lobatula*, 10 *R. vilardeboana*, 11 *M. secans*, 12 *Q. berthelotiana*, 13 *Q. quadrata*, 14 *S. grata*, 15 *T. affinis*, 16 *T. pseudogramen*, 17 *G. bulloides*, 18 *G. ruber*, 19 *G. sacculifer*.

- El formado por las especies *Ammonia beccarii*, *Angulogerina angulosa*, *Asterigerinata mamilla*, *Bolivina pseudoplicata*, *Rosalina vilardeboana* y *Elphidium macellum* que se encuentran relacionadas con sedimentos de arenas finas y menos carbonatados.
- Las especies *Massilina secans*, *Quinqueloculina berthelotiana*, y *Triloculina affinis* se encuentran más relacionadas con sedimentos de un tamaño de grano mayor y más carbonatados.
- *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides ruber* y *Globigerinoides sacculifer* se relacionan con zonas más profundas, sin preferencias por un tipo determinado de sedimento.
- Por otro lado se encuentra *Quinqueloculina quadrata* y *Cibicides refulgens*, asociados a zonas poco profundas y sin preferencia en cuanto al tamaño de grano o concentración de carbonato. *Sigmolina grata* y *Lobatula lobatula* tampoco presentan una preferencia determinada en cuanto a las características sedimentológicas y se encuentran en zonas un poco más profundas.



- Por último, *Astrononion stelligerum*, *Textularia pseudogramen* y *Hanzawaia bouneana* no presentan preferencias en cuanto a las características sedimentológicas y se encuentran en zonas profundas.

La mayoría de las especies que poseen un caparazón del tipo hialino utilizadas para el ACC se relacionan con sedimentos finos y una baja concentración de carbonatos. Por el contrario, las más claramente vinculadas a sedimentos gruesos y con mayor porcentaje de carbonatos, pertenecen al Suborden Miliolina o de caparazón aporcelanado. Esto puede estar relacionado con la dureza y composición de los caparazones. Los foraminíferos pertenecientes al Suborden Rotaliina o hialinos, poseen un caparazón más delicado, mientras que los Miliólidos poseen un caparazón más grueso y resistente.

Un grupo de especies dentro de las cuales encontramos tanto Miliólidos, Rotálidos como Textularínidos, las encontramos tanto relacionadas con los sedimentos finos como gruesos, aunque en general hay cierta tendencia hacia los sedimentos finos. Nuevamente, al igual que en el resto de análisis efectuados, los foraminíferos planctónicos están claramente relacionados con la profundidad.



CAPÍTULO IV
PLAYAS Y DUNAS



4.1. INTRODUCCIÓN

Maspalomas, sus dunas y sus playas, han sido y siguen siendo el gran reclamo turístico de Gran Canaria y uno de los más importantes para Canarias en general. Este paraje tan singular se ha ganado el corazón de los isleños y de sus visitantes, lo que lo convierte en una zona de enorme valor socio-económico. Por un lado, este hecho es positivo ya que se intenta cuidar y preservar lo que se considera un recurso esencial, pero por otro, es inevitable que suponga una importante presión antrópica (Fig. 4.1).



Figura 4.1. Fotos de Maspalomas de los años 1960 donde se puede ver la gran popularidad con que ya contaba esta playa.

Esta controversia se ve reflejada en el hecho de que Maspalomas, sea a la vez un Espacio Natural Protegido, que cuenta con innumerables estudios científicos que avalan sus riquezas naturales y abogan por su conservación, y también, la zona con mayor número de urbanizaciones turísticas, así como numerosos tipos de infraestructuras relacionadas con el turismo, de toda la isla.

Su deterioro es hoy una realidad que se traduce en un aumento notable de las zonas de deflación eólica y la disminución de la entrada de sedimentos al sistema, que implica que las dunas tengan cada vez menor tamaño (Hernández *et al.*, 2007). A pesar de todo, el campo de dunas de Maspalomas es en la actualidad uno de los dos únicos campos de dunas activas de Canarias.

Los aproximadamente 3,5 Km² de dunas quedan limitados al sur por la playa de Maspalomas y al este por la playa de El Inglés, formando una playa con una extensión total de unos 6 km de largo catalogada como Área de Sensibilidad Ecológica. Las playas de Maspalomas y El Inglés convergen en la Punta de la Bajeta (Fig. 4.2).



Figura 4. 2. Localización de las playas que bordean el campo de dunas.

Las playas y dunas de Maspalomas nos ofrecen un paisaje que contrasta enormemente con su entorno geográfico más inmediato. Tanto al Este como al Oeste de Maspalomas, podemos observar como la costa meridional de Gran Canaria es de carácter más bien rocoso e incluso, en algunos tramos, como Morro Besudo y El veril, acantilado. Además llama la atención que las playas suelen ser encajadas, debido a que normalmente están asociadas a la desembocadura de pequeños barrancos. El tipo de sedimentos que encontramos o bien son cantos o bien son arenas grisáceas, y en cualquier caso bastante más oscuras que las de El Inglés y Maspalomas (Fig. 4.3).



Figura 4.3. Imágenes de varias de las playas situadas en los alrededores de Maspalomas: playas de Montaña Arena (A), Meloneras (B) y Triana (C), situadas al oeste, y playas de Besudo (D) y San Agustín (E) situadas al este.

4.1.1. Características generales de las playas

Si bien este capítulo hace referencia a las características de los materiales presentes en las playas que bordean el campo de dunas, se consideró conveniente ampliar el estudio a algunas de las playas de los alrededores.

La playa de El Inglés (Fig. 4.4) se extiende unos 2,5 Km y con marea baja posee una anchura media de unos 100 m, estrechándose al Norte, medidos desde la línea de bajamar hasta la playa alta donde empiezan los primeros ejemplares de *Traganum moquinii*. Hay que destacar que nos encontramos ante una playa muy estable, donde la línea de costa apenas si ha variado en los últimos 50 años (Alonso *et al.*, 2001b). Debido a su anchura y estabilidad, constituye una de las principales áreas de desarrollo de las actividades turísticas de Maspalomas.

En esta playa se genera una corriente longitudinal en sentido S-N, provocada por el gradiente de altura de ola que se forma como consecuencia de la concentración de energía del oleaje en la punta de La Bajeta, y debido también a la incidencia oblicua del oleaje durante los oleajes del SW (MMA, 2007; Alonso *et al.*, 2008).



Figura 4.4. Fotografía aérea de la playa de El Inglés.

La playa de Maspalomas (Fig. 4.5) se extiende a lo largo de 2,8 Km desde la punta de La Bajeta, al Este, hasta las inmediaciones del faro de Maspalomas. A diferencia de El Inglés, la playa de Maspalomas no es tan estable y presenta una anchura variable, tanto en el tiempo como en el espacio. La línea de costa en este caso sufre variaciones tanto anuales como estacionales. De este modo, principalmente entre los meses de noviembre y febrero cuando tienen lugar preferentemente los temporales del suroeste, suele presentar menores dimensiones y un fuerte escarpe (MMA, 2007; Alcántara y Fontán, 2009).

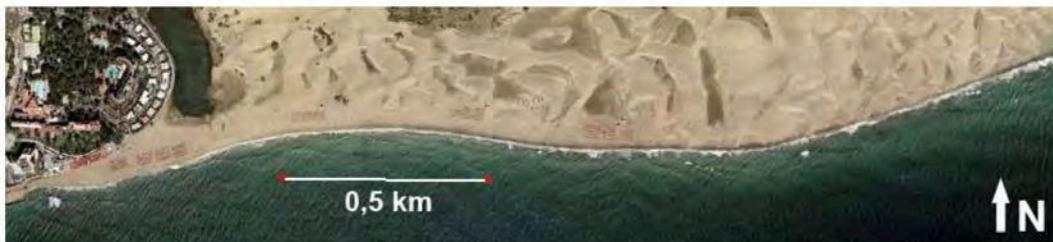


Figura 4.5. Fotografía aérea de la playa de Maspalomas.

En dichos temporales, que no son frecuentes pero son los oleajes más energéticos, las corrientes longitudinales a lo largo de la playa de Maspalomas presentan una dirección W-E, opuesta a la de los oleajes más frecuentes. Sin embargo, en los casos de los oleajes más frecuentes, oleajes del NNE-NE, las corrientes que se forman en la playa de Maspalomas presentan una dirección E-W debido a la incidencia oblicua del oleaje producido por el efecto de la punta de La Bajeta (MMA, 2007). La playa de Maspalomas llega a presentar una anchura media máxima de entre 65 y 70 m, si bien hacia el Este, estas dimensiones se reducen a unos 30 o 40 m y en las cercanías de la charca se alcanzan más de 120 m.

Por último, la Punta de La Bajeta constituye el área de convergencia de las playas de El Inglés y Maspalomas. Se caracteriza porque experimenta grandes procesos de progradación hacia el Este cuando se producen temporales del suroeste y de



erosión el resto del año (Fig. 4.6). De tal manera que la línea de costa puede llegar a experimentar avances y retrocesos de hasta 300 m (Alonso *et al.*, 2001b).



Figura 4.6. Fotografías aéreas de la punta de La Bajeta. Nótese la posición de la punta más recortada en verano frente a las situaciones de invierno.

En lo que se refiere a las características del sedimento que encontramos en las playas de este tramo costero, existen algunos trabajos previos. El primero en hacer la caracterización de los sedimentos de estas playas fue Höllerman (1997), que analizó una serie de muestras tomadas entre los años 1992-1996. Sus datos indican la existencia de gradiente granulométrico y carbonático, donde las muestras de la Playa de Maspalomas resultan ser las más gruesas, heterogéneas y carbonatadas. Las muestras tomadas en la Playa de El Inglés son muy similares a las anteriores y finalmente las de la Playa de las Burras y la playa del Besudo los sedimentos eran más finos, más homogéneos y con menos carbonatos.

Posteriormente Alonso *et al.* (2001b), recoge estacionalmente una serie de muestras desde el faro de Maspalomas hasta San Agustín. Según estos autores el 77% de las muestras corresponden a arenas finas, el 15% son arenas muy finas y sólo el 8% restante son arenas medias.

Más recientemente, Alonso *et al.* (2008) hace una caracterización textural y composicional de las playas de todo el sector meridional de Gran Canaria donde hacen también una serie de consideraciones sobre el transporte de sedimentos a lo largo de este sector.

4.1.2. Características generales del campo de dunas

El campo de dunas de Maspalomas ocupa una superficie de unos 3.5 km² que se encuentra delimitada al Norte por el campo de golf y las urbanizaciones de El

Inglés y Campo Internacional, al Oeste por la canalización del barranco de Maspalomas y la Charca, al sur por la playa de Maspalomas y al Este por la playa de El Inglés (Véase Fig. 2.2 del capítulo II).

En el interior del campo de dunas se pueden diferenciar varias zonas de acuerdo con su comportamiento en cuanto a la dinámica sedimentaria: una zona interior de dunas estabilizadas, zonas de deflación eólica en aquellos lugares donde la actividad sedimentaria es baja, una zona de dunas activa y una zona de dunas embrionarias o foredune, paralelo a la playa de El Inglés (Fig. 4.7).

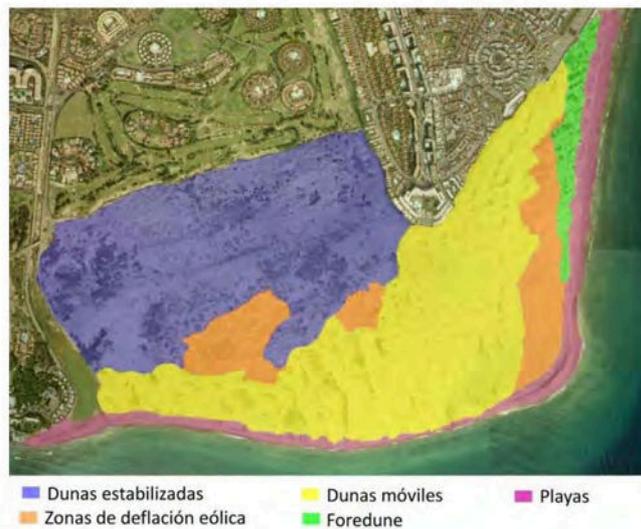


Figura 4.7. Zonación del campo de dunas de Maspalomas en base a la actividad sedimentaria.

La zona de dunas estabilizadas la encontramos a sotavento de la terraza alta de El Inglés y contigua al campo de golf. Presenta unas dimensiones medias de 1700 x 700 metros, ocupando una superficie total de algo más de 115 Ha. La mayor parte del espacio está ocupado por especies de porte herbáceo que impiden la movilización del sedimento (Fig. 4.8).



Figura 4.8. Zona de dunas estabilizadas.



Las zonas de deflación eólica son espacios marcados por la carencia de sedimentos móviles, si bien son ocasionalmente atravesadas por pequeñas dunas bajas (Fig. 4.9). En estas zonas se favorece la aparición de vegetación, lo que propicia a su vez el aumento de áreas de dunas estables (Hernández *et al.*, 2006).



Figura 4.9. Zona de deflación eólica paralela a la playa de El Inglés.

La superficie correspondiente a las dunas activas ocupa aproximadamente 175 Ha. Se extiende desde la playa de El Inglés, al Este, hasta el canal del barranco de Maspalomas, al Oeste, limitando al Norte con la urbanización de El Inglés en su sector oriental, y con la zona de deflación eólica en sus sectores central y occidental. Al Sur limita con la playa de Maspalomas.

Dentro de esta zona de dunas activas se pueden identificar diferentes morfologías de dunas, como por ejemplo, dunas barjanas y cordones barjanoides, cordón de acumulación, cordones transversales o dunas de vórtice (fig. 4.10).



Figura 4.10. Imágenes de las dunas móviles y foredune.

En cuanto al primer cordón de dunas más próximo a la playa de El Inglés ó foredune, se trata de acumulaciones de sedimento discontinuas ligadas a la existencia de vegetación, y en concreto a ejemplares de *Traganum moquinii*. Estas geoformas son tipo nebkhas y dunas de sombra. Su efecto sobre la dinámica sedimentaria ha sido estudiado por MMA (2007) y por Alonso *et al.*, (2008).

Por último se pueden encontrar también, en los límites del campo de dunas, algunas zonas alteradas, en contacto con la terraza de El Inglés y con el barranco de Maspalomas, que ocupan una superficie aproximada de 11 Ha. La mayor de éstas se localiza en las inmediaciones del barranco de Maspalomas y se tratan de enclaves destinados a actividades y equipamientos turísticos.

En cuanto a las características de los sedimentos que encontramos en las dunas, también existen algunos trabajos previos. Martínez *et al.*, (1986) caracterizó un total de 45 muestras de sedimentos de las dunas, donde diferenció entre las situadas en la cara de barlovento de las de sotavento de las dunas. La granulometría media medida se corresponde a arenas finas y el contenido en carbonatos medio es del 48%.

También Höllerman (1997) estudió algunas muestras de dunas, cuyas granulometrías están en 0.14-0.38 mm, y el contenido en carbonatos entre 33 y 71%. Como novedad, este trabajo incluye datos de 6 muestras tomadas en los espacios interdunares, donde el tamaño medio es 0.19 mm, la selección de 0.535 y los carbonatos del 43% (31-60%).

La caracterización petrológica de los materiales de las dunas fue llevada a cabo por primera vez por Hernández y Mangas (2004). Según estos autores los materiales más abundantes son las mallas de algas rojas (30.6% en promedio), seguidos de los fragmentos de rocas sálicas (18.9%), minerales ferromagnesianos (olivinos y piroxenos, 14.6%), fragmentos de moluscos (11.1%) y en menor medida los feldespatos y feldespatoides (3.8%) y otros materiales. Como se puede observar los materiales predominantes son de origen orgánico.

Por último, el trabajo más detallado hasta la fecha sobre las arenas de las dunas recoge el análisis granulométrico de 81 muestras (Pérez-Chacón *et al.*, 2007). Para autores el campo de dunas presenta una relativa uniformidad en cuanto el tamaño medio de partícula, de tal forma que se puede dividir en seis grandes sectores, de forma que los materiales más finos y homogéneos son los ubicados al Oeste de la terraza aluvial, mientras que los más gruesos y heterométricos serían los situados a lo largo de la Playa de El Inglés y en el límite oriental de la Charca.



4.2. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el estudio de las muestras de playa se ha considerado una zona más amplia donde se incluyen otras playas localizadas fuera de la propia Reserva Especial de Maspalomas. Así, el límite oriental de este estudio se encuentra en la playa de San Agustín y el límite occidental en la playa de Triana, abarcado en total un tramo de costa de unos 15 km de longitud. Estas playas circundantes se han tenido en cuenta en el estudio para poder lograr una mayor comprensión del funcionamiento de la dinámica sedimentaria que afecta al sistema de dunas de Maspalomas.

Se tomaron un total de 10 muestras de playas que, en un recorrido desde el este, corresponden a las playas de San Agustín (PL113), Las Burras (PLBUR), El Veril (PL114), El Inglés (PL115), Punta de la Bajeta (PL116), Maspalomas (PL117 y PL108), Melonerías (PL109), Montaña de Arena (PL107) y Triana (PL106). La figura 4.11 muestra la localización espacial de las mismas.

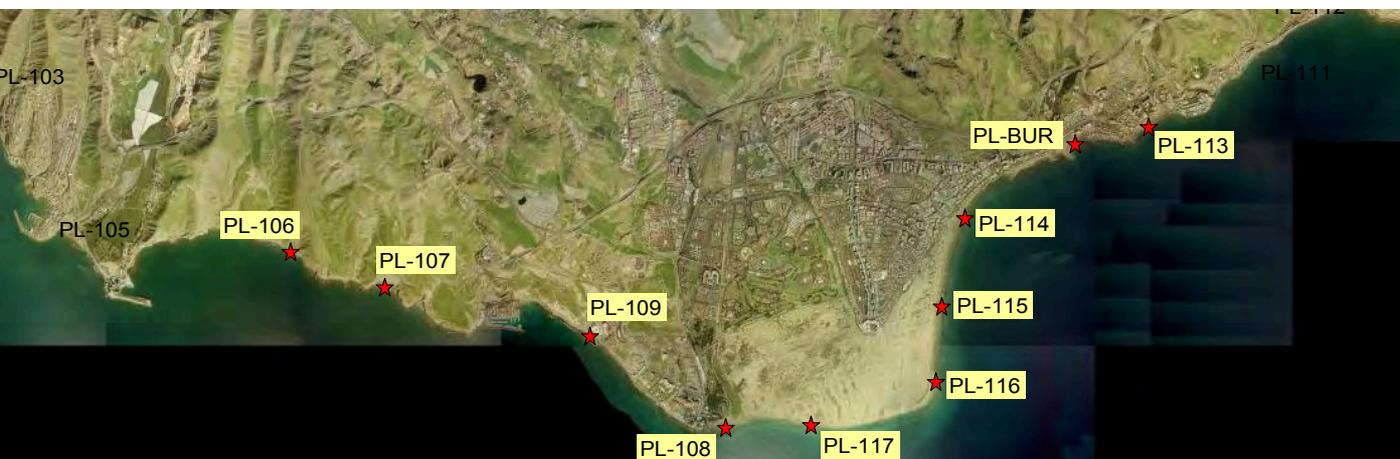


Figura 4.11. Localización de los puntos de muestreo en playas para este estudio.

Respecto a las dunas, se recogieron un total de 13 muestras, de las cuales 7 se localizan en la zona del campo de dunas móviles y las 6 restantes fueron tomadas en el interior del sistema o zona de dunas estabilizadas (Fig. 4.12).

Las muestras de playas se tomaron en diciembre de 2006, mientras que las de dunas fueron recogidas en diciembre de 2005. Cada una de ellas estaba formada por unos 100 gr de sedimento superficial. Todos los puntos de muestreo se posicionaron mediante GPS. Las muestras correspondientes a las playas se tomaron en la parte inferior de la franja intermareal, a fin de poder comprobar su

posible relación con los aportes sedimentarios desde la plataforma. Las muestras de playa se tiñeron en el momento de su recogida con Rosa de Bengala para los posteriores estudios de la biocenosis de foraminíferos.



Fig. 4.12. Localización de los puntos de muestreo dentro del campo de dunas.

Todas las muestras de playas y dunas seleccionadas para el estudio fueron sometidas a diferentes análisis, tal como se muestra en las tablas 4.1 y 4.2.

Muestra	Lat (UTM)	Long (UTM)	Granulometría	Contenido Carbonatos	Estudio Petrográfico	Foraminíferos
PL 106	3070159	435831	X	X		X
PL 107	3069750	437022	X	X	X	X
PL 108	3068020	441353	X	X	X	X
PL 109	3069104	439635	X	X		X
PL 113	3071722	446724	X	X	X	X
PL 114	3070492	444304	X	X	X	X
PL 115	3069462	444046	X	X		X
PL 116	3068461	443961	X	X	X	X
PL 117	3068050	442320	X	X		X
PL BUR	3071479	445682	X	X		X

Tabla 4.1. Coordenadas de las muestras de playa seleccionadas para este estudio y los diferentes análisis a los que fueron sometidas.



Muestra	Lat (UTM)	Long(UTM)	Granulometría	Contenido Carbonatos	Estudio Petrográfico	Foraminíferos
DU 5A	3069437	443708	X	X	X	X
DU 6A	3068473	443652	X	X	X	X
DU 9B	3068826	443436	X	X		X
DU 9C	3068298	443315	X	X		X
DU 11D	3068215	442768	X	X		X
DU 12C	3068668	442921	X	X	X	X
DU 13B	3068225	442212	X			X
DU 19A	3068704	442576	X	X		X
DU 27	3068617	441707	X	X	X	X
DU 33B	3068907	442151	X	X		X
DU 38	3069174	442612	X	X	X	X
DU 50	3069223	441895	X	X	X	X
DU 55	3068947	441427	X	X		X

Tabla 4.2. Coordenadas de las muestras de duna seleccionadas para este estudio y los diferentes análisis a los que fueron sometidas.

El contenido en foraminíferos se estudió a partir de una cantidad fija de 5 g/muestra que se lavó y tamizó con una malla de 63 μ m. El resto del proceso sigue los mismos pasos que se explican con más detalle en el capítulo III.

El contenido en carbonatos se efectuó mediante el método volumétrico del calcímetro de Bernard, y el análisis granulométrico se efectuó mediante tamizado en seco para la fracción >63 μ m, utilizando tamices a intervalos de 0,5 ϕ .

El estudio petrográfico se realizó a partir del conteo de 300 puntos por lámina delgada, clasificándose 11 componentes distintos de las muestras: 6 para la fracción terrígena (fragmentos de rocas básicas, félsicas e intraclastos; minerales ferromagnesianos y aluminico-sódico-potásicos; y mesostasis-opacos) y 5 para la bioclástica (mallas de algas, equinodermos-briozoos, moluscos, foraminíferos y otros bioclastos).

Una vez clasificados y contabilizados todos los foraminíferos, para estudiar las posibles relaciones entre las muestras de playas y dunas, se llevó a cabo un análisis cluster integrando los datos de ambos ambientes.

El análisis cluster se ha realizado empleando el método "Ward" (Ward, 1963) y la Distancia de Hellinger (ver capítulo III).

4.3. RESULTADOS

En general, los sedimentos recogidos en las playas y dunas presentan un contenido en foraminíferos bajo en comparación con las muestras procedentes de la plataforma. Además, como cabía esperar, se produce una disminución progresiva a medida que nos adentramos en el sistema. Es decir, de mar a tierra, en las muestras de plataforma los foraminíferos son más abundantes que en la playa y a su vez en ésta, son más abundantes que en las dunas.

4.3.1. Muestras de playa

Del estudio de las muestras procedentes de las playas se extrajeron y clasificaron un total de 686 foraminíferos agrupados en 40 especies diferentes. Las muestras que presentan mayor número de individuos totales son la PL108 (extremo Oeste de la playa de Maspalomas), PL114 (extremo Norte de la playa de El Inglés) y PLBUR (playa de Las Burras) (Tabla 4.3).

Muestra	Foraminíferos	Biocenosis %	Tamaño (mm)	Selección	Asimetría	CO3 (%)
PL 106	51	3,9	0,177	0,367	-0,053	11,55
PL 107	38	2,6	0,227	0,755	-0,195	16,59
PL 109	13	0,0	0,175	0,366	-0,055	25,07
PL 108	282	5,0	0,127	0,477	-0,266	40,33
PL BUR	95	7,4	0,168	0,472	-0,034	26,32
PL 113	19	0,0	0,214	0,708	-0,327	23,29
PL 114	119	6,7	0,212	0,685	-0,389	31,38
PL 115	25	12,0	0,187	0,504	-0,226	75,54
PL 116	5	20,0	0,246	0,491	0,063	64,74
PL 117	49	18,4	0,250	0,555	0,055	66,19
Media	69,6	7,60	0,198	0,538	-0,143	38,1

Tabla 4.3. Número total de foraminíferos, porcentaje de individuos vivos (biocenosis), tamaño medio, grado de selección, asimetría y contenido en carbonatos para las muestras de las playas.

Las especies de foraminíferos más abundantes son *Cibicides refulgens* Montfort, *Quinqueloculina berthelotiana* D'Orbigny y *Quinqueloculina quadrata* Nörvang para las muestras de playa (Fig. 4.13). Hay que destacar que no se han encontrado foraminíferos pertenecientes al Suborden Textulariina y apenas unos pocos de caparzones de foraminíferos planctónicos.

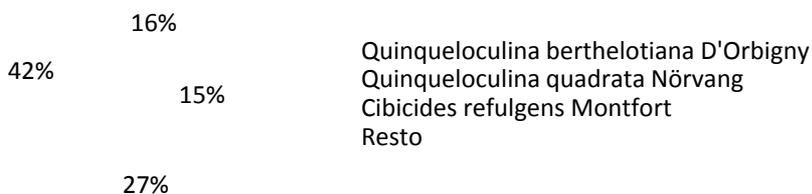


Figura 4.13. Porcentaje de especies más abundantes en las muestras de playa.

El mayor porcentaje de especies son del tipo hialinas seguidas de las aporcelanadas. Es interesante el hecho de que en las muestras de playa no encontramos ningún foraminífero de tipo aglutinado (Fig. 4.14).

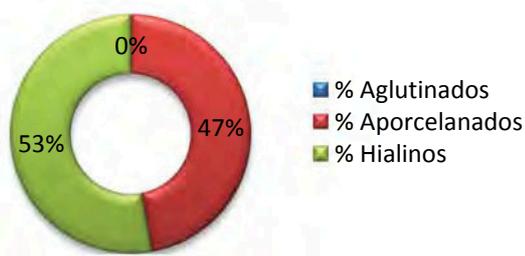


Figura 4.14. Porcentaje de foraminíferos en las muestras de playas según tipo de caparazón.

En las gráficas que se presentan a continuación, con los datos obtenidos en los diferentes análisis realizados a las muestras de playa, el eje X representa la distancia entre todos los puntos de muestreo desde el Oeste hacia el Este partiendo desde la muestra PL106. Como se puede observar en la figura 4.15, las muestras PL108 y la PL114 son las que presentan una mayor cantidad de individuos. Ambas muestras se corresponden con los extremos del sistema de dunas de Maspalomas.

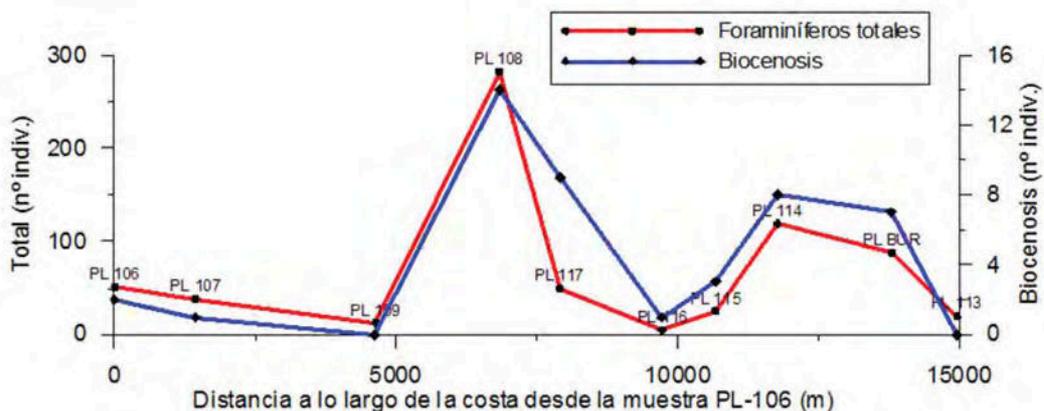


Figura 4.15. Foraminíferos totales y biocenosis correspondientes a las muestras de playa.

En el caso del porcentaje de carbonatos se observa cómo éstos van aumentando paulatinamente a medida que nos desplazamos de Oeste a Este hasta llegar a la muestra PL117, donde se presenta un pico a partir del cual el porcentaje de carbonatos disminuye (Fig. 4.16). Por tanto, las playas más ricas en carbonatos son precisamente la Playa de Maspalomas, Punta de La Bajeta y Playa de El Inglés, donde el contenido en carbonatos está entre un 50-70%. Por el contrario, en las playas situadas al Este y Oeste apenas llega al 30%.

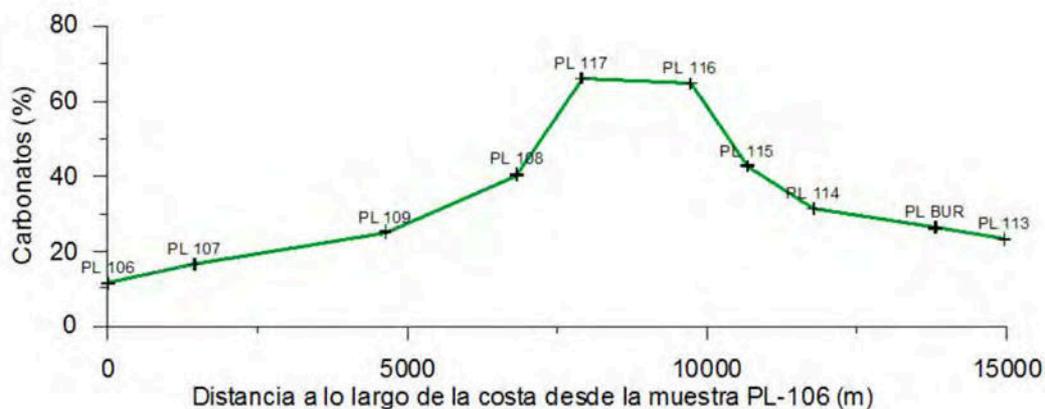


Fig. 4.16. Porcentaje de carbonatos para las diferentes muestras de playa estudiadas.

Los resultados del análisis granulométrico muestran como los sedimentos se corresponden en general con arenas finas de un tamaño medio comprendido entre 125 y 250 micras (Fig. 4.17). El grado de selección o sorting oscila entre bueno y moderadamente bueno a lo largo de toda la línea de costa (Fig. 4.18).

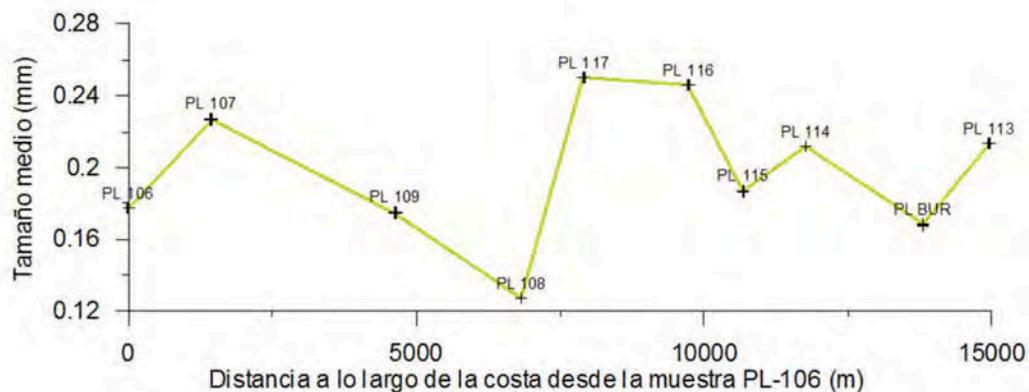


Fig. 4.17. Tamaño medio de partícula para las muestras de playa.

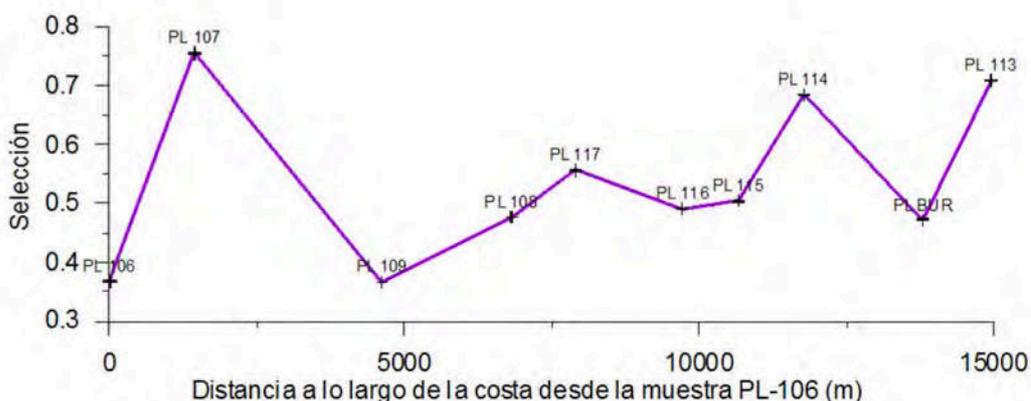


Fig. 4.18. Grado de selección o sorting de las diferentes muestras de playa.

El análisis petrográfico (Fig. 4.19) señala la existencia de un mayor porcentaje de mallas de algas en las muestras situadas dentro del sistema de dunas de Maspalomas como son la PL108 y la PL114. Esto coincide con los resultados obtenidos para los análisis del porcentaje de carbonatos, en el sentido que la zona con mayor contenido en bioclastos es la correspondiente a las playas de El Inglés y Maspalomas. Se aprecia como fuera del sistema de playas de Maspalomas la tendencia es a encontrar mayor porcentaje de terrígenos que de bioclastos, lo que coincide con los resultados obtenidos por Alonso *et al.*, 2008.

Por otro lado, se puede ver como el patrón que sigue el contenido en terrígenos básicos con respecto a los terrígenos sálicos es completamente opuesto.

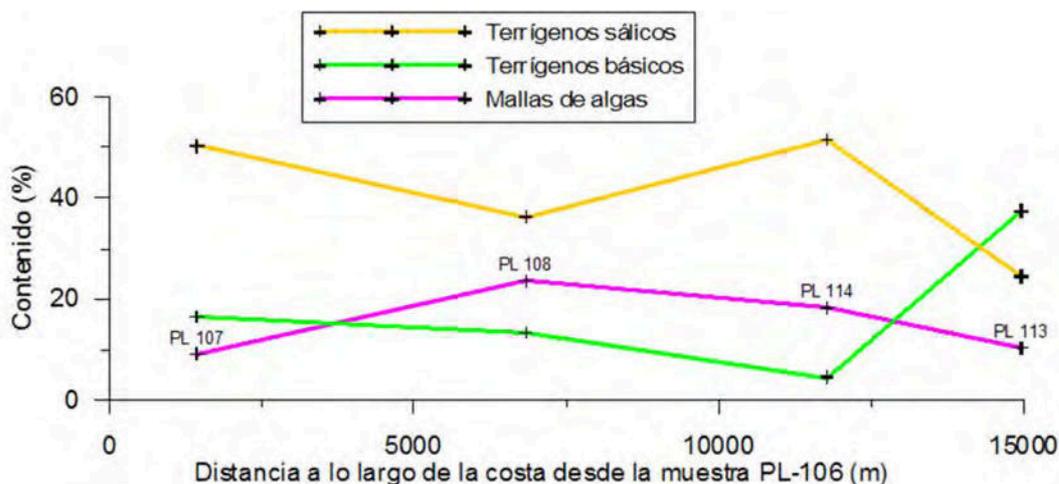


Fig. 4.19. Análisis petrográfico para las muestras correspondientes a las playas.

4.3.2. Muestras de dunas

Del estudio de las muestras procedentes de las dunas se extrajeron y clasificaron un total de 444 foraminíferos agrupados en 18 especies diferentes. Las muestras que presentan mayor número de individuos totales son la DU55, DU11D y DU9B.

En el caso de las muestras de dunas, las especies de foraminíferos más abundantes son: *Cibicides refulgens* Montfort, *Quinqueloculina berthelotiana* D'Orbigny y *Quinqueloculina quadrata* Nörvang, las mismas que para las muestras de playa (Fig. 4.20). Llama la atención como sólo estas tres especies representan casi el 60% del total encontrado para el conjunto de muestras procedentes de las dunas.

En este caso tampoco se han encontrado foraminíferos pertenecientes al Suborden Textulariina y apenas unos pocos caparazones de foraminíferos planctónicos.

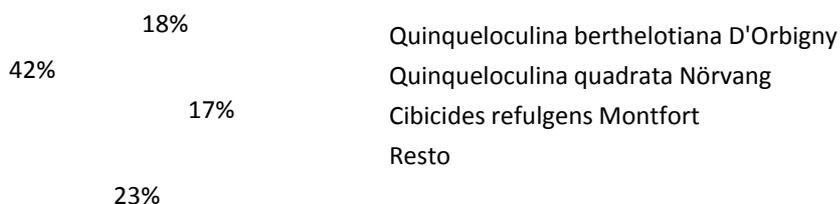


Figura 4.20. Porcentaje de especies más abundantes en las muestras de dunas.

A diferencia del caso de las playas la proporción de caparazones de tipo aporcelando es ligeramente mayor que el de especies del tipo hialino (Fig. 4.21).

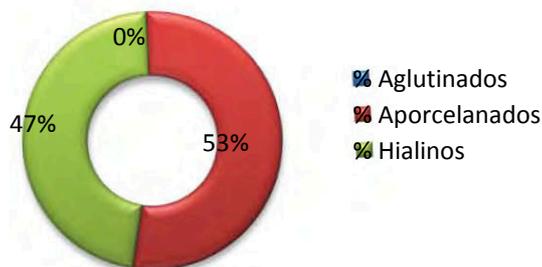


Figura 4.21. Porcentaje de foraminíferos en las muestras de dunas según tipo de caparazón.

La tabla 4.4 contiene los resultados obtenidos del estudio del contenido en carbonatos y el análisis granulométrico llevado a cabo para las muestras de las



dunas, mientras que la figura 4.22 representa los mapas de distribución del tamaño de grano, grado de selección, porcentaje de carbonatos, foraminíferos totales, mallas de algas y terrígenos sálicos para las muestras de dunas y playas adyacentes.

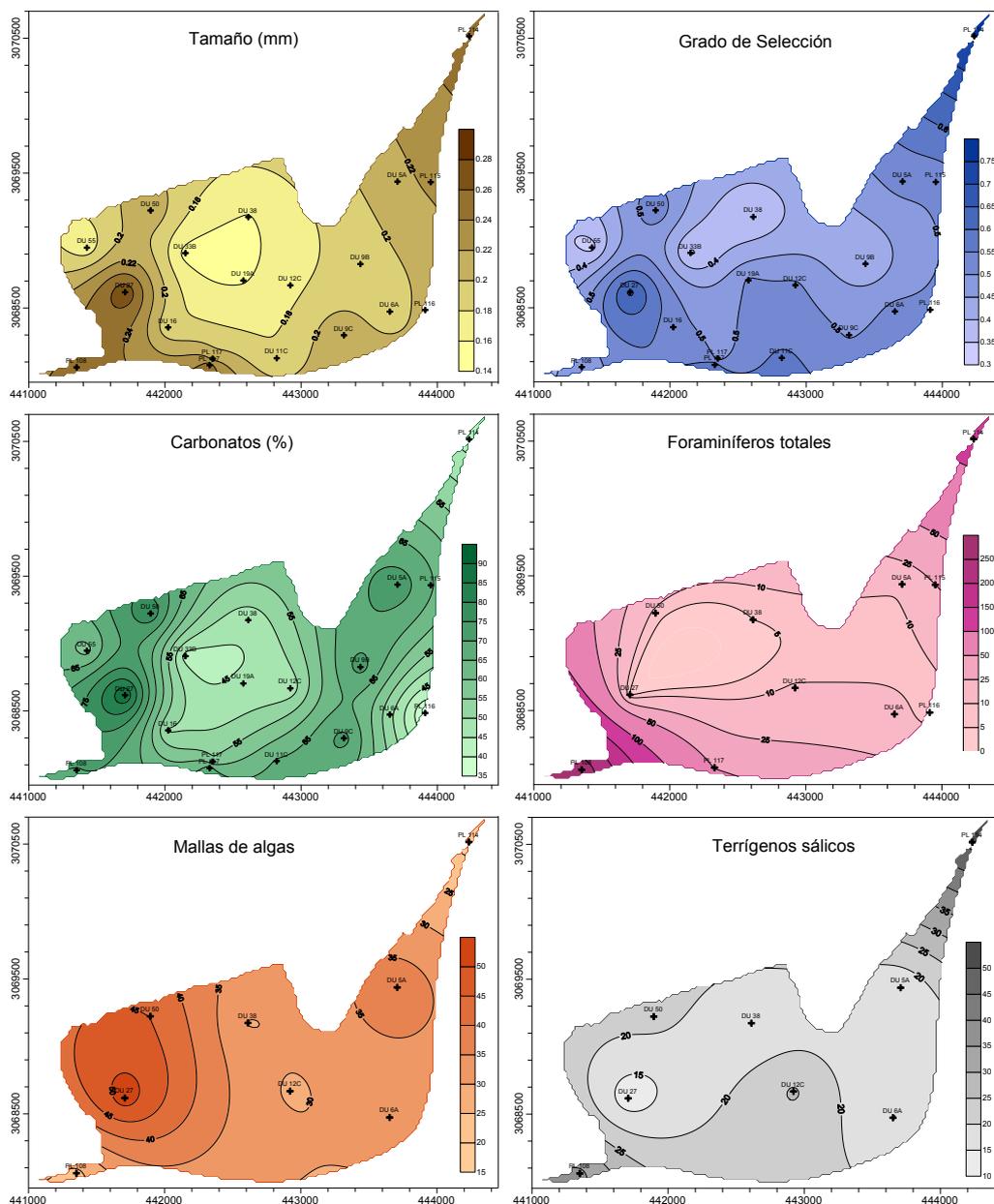


Figura 4.22. Mapas de los resultados obtenidos con diferentes análisis a los que fueron sometidos los sedimentos de las dunas. Los colores más intensos se corresponden con los valores más altos de las distintas variables representadas.

Muestras	Tamaño (mm)	Selección	Asimetría	CO ₃ (%)	Foraminíferos
DU 5A	0,214	0,524	-0,034	73,23	11
DU 6A	0,182	0,518	-0,219	51,38	16
DU 9B	0,191	0,408	-0,079	72,03	75
DU 9C	0,220	0,496	-0,004	71,76	5
DU 11D	0,164	0,728	-0,394		128
DU 12C	0,174	0,508	-0,160	46,82	11
DU 13B	0,197	0,453	-0,143		34
DU 19A	0,159	0,507	-0,092	46,54	18
DU 27	0,278	0,663	0,087	89,76	4
DU 33B	0,153	0,342	-0,008	42,96	31
DU 38	0,159	0,355	-0,047	46,55	5
DU 50	0,216	0,539	-0,055	79,08	8
DU 55	0,167	0,335	-0,142	58,24	98
Media	0,190	0,490	-0,099	61,67	34,2

Tabla 4.4. Tamaño medio, grado de selección, asimetría, contenido en carbonatos y número de foraminíferos para las muestras de las dunas.

4.3.3. Análisis cluster

A partir de los resultados obtenidos del estudio de foraminíferos, se efectuó el análisis cluster para las muestras de playas y dunas conjuntamente (Fig. 4.23). Los resultados del mismo no permiten obtener ningún patrón de agrupamiento claro, por lo que se efectuó el análisis para dichas muestras por separado. Aún así, los resultados obtenidos no son concluyentes en lo que se refiere al agrupamiento de las muestras por zonas.

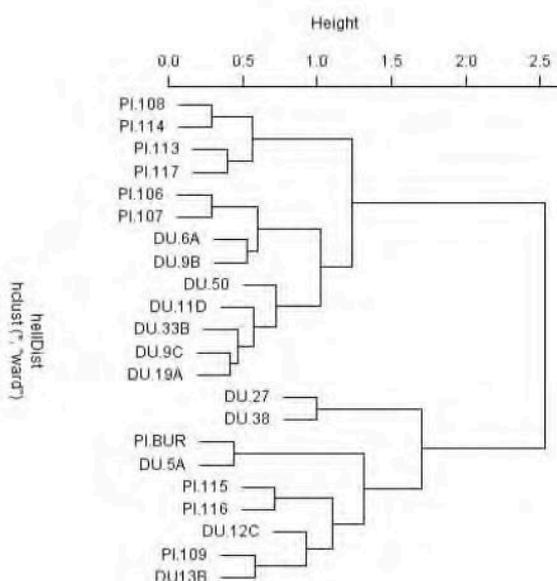


Figura 4.23. Dendrograma resultante del análisis cluster de las muestras de playa y dunas.



Al realizar el análisis cluster para las muestras de playa por separado, se observa como PL106 y PI107 están muy relacionadas entre si. Asimismo, cuatro de las cinco muestras recogidas en las playas de El Inglés y Maspalomas forman un único grupo (Fig. 4.24).

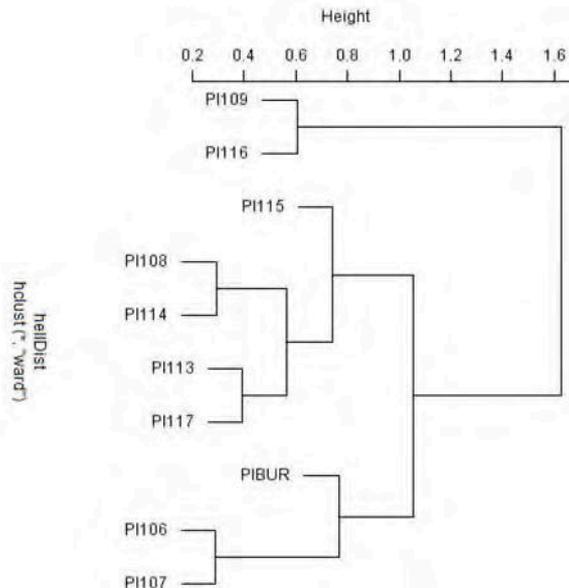


Figura 4.24. Dendrograma resultante del análisis cluster de las muestras de playa.

En cuanto a las muestras de dunas, se observa que las muestras más cercanas a la zona de aportes de playa de El Inglés están relacionadas entre sí. Sin embargo, en el resto de muestras no se aprecia ningún patrón de agrupamiento (Fig. 4.25).

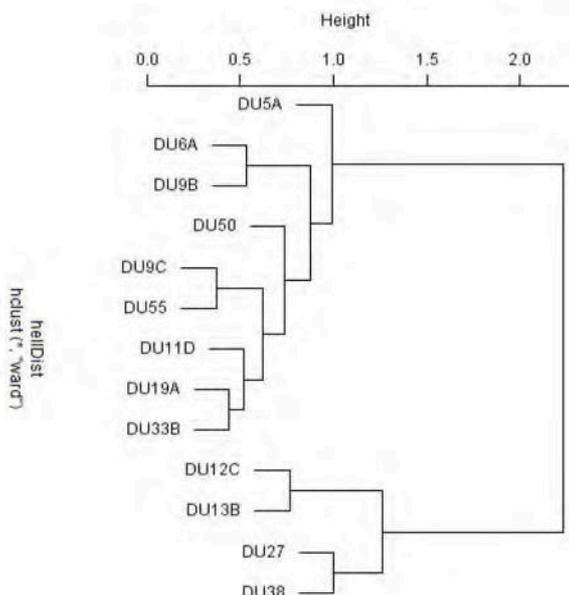


Figura 4.25. Dendrograma resultante del análisis cluster de las muestras de playa.

4.4. DISCUSIÓN

4.4.1. Muestras de playa

Por lo que se refiere a las muestras de playas que circundan la Reserva Natural, el punto de muestreo PL108, cercano al Faro de Maspalomas y el punto PL114, en el extremo Norte de la playa de El Inglés, son las que presentan una mayor concentración de foraminíferos. Estos puntos constituyen los extremos del sistema y los resultados hacen pensar que en ellos se produce una mayor acumulación de foraminíferos debido a las corrientes costeras.

Los resultados obtenidos del estudio de la biocenosis (número de individuos vivos en el momento del muestreo) resultan muy interesantes, ya que los mayores valores se dan en las muestras PL108, PL117, PL115 y PL114. Todas estas muestras se corresponden con las playas de Maspalomas y El Inglés, lo que indica que hoy en día llegan sedimentos desde la plataforma somera hacia estas playas y que debido a las corrientes, la morfología de la costa y la batimetría, Maspalomas constituye una trampa de sedimentos (Fig. 4.26).



Figura 4.26. Acumulación de foraminíferos en la playa de Maspalomas. Las flechas rojas señalan individuos de la especie *Massilina secans* de gran tamaño.

No obstante, es preciso destacar que los aportes de foraminíferos y otros tipos de sedimentos a estas playas, no constituyen aportes masivos de materiales que puedan mitigar la erosión crónica que padece la playa de Maspalomas, y que ha sido constatada entre otros por Hernández *et al.*, (2007).



Sin embargo, en las playas situadas al Oeste del sistema, tanto la baja concentración de mallas de algas como la baja biocenosis de foraminíferos encontrados, a pesar de encontrarse frente al banco de arenas de Arguineguín-Pasito Blanco donde lo que predominan son materiales carbonatados, están indicando que no hay un transporte efectivo de materiales desde el banco sumergido a las playas más próximas.

En el caso de las muestras situadas en el entorno del sistema de dunas de Maspalomas, como son la PL108 y la PL114, el análisis petrográfico señala la existencia de un mayor porcentaje de mallas de algas. Así, se confirman los resultados de los análisis de carbonato, en el sentido de que la zona con mayor contenido en bioclastos es la correspondiente a las playas de El Inglés y Maspalomas. Por otro lado, la gran diferencia en cuanto al contenido de carbonatos que presentan las muestras PL115 y PLBUR, correspondientes a las playas de El Inglés y Las Burras respectivamente, hace pensar que los sedimentos de estas playas no se mezclan entre sí. Todo esto, refuerza la idea de que la formación del sistema de playas de Maspalomas no tiene vinculación con posibles aportes de sedimentos desde las playas circundantes y sin embargo, si reciben ciertos aportes desde la plataforma marina, lo que coincide con lo expuesto por Alonso *et al.*, (2008).

4.4.2. Muestras de dunas

La presencia de caparazones de foraminíferos en las dunas cercanas a la franja de playa, en perfecto estado de conservación, indican que en la actualidad se produce entrada de sedimentos desde éstas hacia el sistema. El hecho de que se invierta el porcentaje del tipo caparazones de foraminíferos encontrados en las dunas con respecto al de las playas, puede deberse a que los caparazones del tipo aporcelanado sean más resistentes a la erosión por transporte eólico que los hialinos.

Los resultados que se obtienen muestran que los sedimentos del interior del campo de dunas de Maspalomas, donde las dunas están total o parcialmente estabilizadas, son en general homogéneos. En estas zonas encontramos sedimentos típicamente eólicos siendo los más finos y mejor clasificados del sistema, con un valor medio de tamaño de grano de 0.189 mm y un valor medio de sorting de 0.457.

En lo que se refiere a la distribución de carbonatos, los mayores porcentajes están relacionados en casi todos los casos con las muestras tomadas en zonas de dunas móviles con valores medios que superan el 60%. Sin embargo, algunas muestras del interior del campo de dunas como son DU27 y DU50 también presentan valores altos de carbonatos, llegando incluso a sobrepasar el 80%. Estas últimas pueden estarse enriqueciendo de dunas más antiguas muy ricas en carbonatos que se encuentran situadas al Noroeste del sistema.

Las muestras que se encuentran situadas en la zona de dunas estabilizadas a sotavento de la terraza de El Inglés son las que poseen menores valores de carbonatos. Al encontrarse en una zona de sombra eólica, los aportes de carbonatos procedentes de las dunas móviles son más escasos y eso podría provocar el empobrecimiento de estos sedimentos.

Dentro del estudio petrográfico destaca la alta presencia de mallas de algas calcáreas encontradas en las muestras del interior del campo de dunas (DU50, DU55, DU27), coincidiendo con el alto contenido en carbonato. Este patrón es opuesto al que se observa en el caso de los terrígenos sálicos. Debido a que la entrada de sedimentos a las dunas se produce de E a W, esto hace pensar que la acumulación de mallas de algas en la parte interior del sistema también se corresponde con las dunas más antiguas, anteriormente citadas, cuyos sedimentos tenían menor concentración de terrígenos sálicos.

A black and white photograph of a coastal landscape. In the foreground, a large, smooth sand dune slopes down from the left towards the center. The dune's surface shows some dark, irregular marks. To the right of the dune, a calm body of water, likely a lagoon or salt flat, extends towards the horizon. In the distance, a thin, dark vertical structure, possibly a lighthouse or tower, stands on a small island or headland. The sky is bright and overcast with soft, diffused clouds. The overall scene is serene and desolate.

CAPÍTULO V

**LA CHARCA
DE
MASPALOMAS**



5.1. INTRODUCCIÓN

5.1.1. Características Generales

La Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas cuenta con una pequeña laguna costera conocida con el nombre de Charca de Maspalomas. Este sistema lacustre se forma en la desembocadura del barranco de Fataga, la segunda mayor cuenca de drenaje de la isla (Menéndez, *et al.*, 2008).

Ocupa aproximadamente unas 2.5 Ha, si bien sus dimensiones y profundidad varían según la estación del año. La charca queda separada del mar, en su parte más meridional, por una barra de arena. Hacia el Este se encuentra delimitada por el campo de dunas y hacia el Oeste por una serie de infraestructuras turísticas (Fig. 5.1).



Figura 5.1. Localización de la Charca de Maspalomas.

Geomorfológicamente la Charca de Maspalomas es una laguna costera o *lagoon*. Las lagunas costeras son cuerpos de agua continentales someros separados del mar por una barrera, aunque conectado, al menos intermitentemente, con éste por una o más entradas restringidas (Kjerfve, 1994). Desde el punto de vista ecológico, una de sus características más llamativas es la enorme fluctuación en cuanto a la salinidad del agua, con valores que van desde 5 a 25 PSU en invierno, a valores de entre 40-45 PSU en verano (Almunia, 1998).

Según la definición de Margalef (1983), la Charca de Maspalomas es una laguna poiquilohalina por lo que constituye un ambiente con importantes variaciones estacionales y con grandes diferencias en cuanto a los niveles de oxígeno, nutrientes, producción primaria, etc. Todo esto está relacionado en gran medida con los aportes de agua dulce procedentes del barranco de Fataga (Almunia, 1998).

La caracterización hidrogeoquímica de la cuenca de Fataga muestra que existe un aumento en la salinidad del agua de cumbre a costa, y una evolución de aguas cloruradas bicarbonatadas-sódicas a cloruradas-sódicas. Sin embargo, algunos datos apuntan a que la Charca se encuentra aislada del sistema acuífero, por lo que este aumento de la salinidad no estaría afectando a sus aguas (Estévez *et al.*, 2008). Según dichos autores, los aportes de aguas a la Charca relacionados con la cuenca de Fataga serían los provocados por las escorrentías que tienen lugar en época de lluvias. Estas avenidas son puntuales pero de gran intensidad, lo que conlleva cambios drásticos en la Charca. Estos cambios bruscos en cuanto a sus características hacen que la charca sea un ambiente de carácter sumamente estresante para las especies que se desarrollan en ella.

Existen numerosos trabajos, sobre todo de la década de los noventa del siglo XX, acerca de la flora, fauna y de determinados parámetros físico-químicas relacionados con la charca. Así, tanto Almunia (1998), desde un punto de vista más científico, como Naranjo (1999), desde un punto de vista más divulgativo, hacen un amplio recorrido por dichos estudios.

A pesar de los números estudios que se han realizado en la Charca de Maspalomas, el presente trabajo es el primero en analizar el contenido en foraminíferos de sus sedimentos.

5.1.2. Cambios históricos

La Charca de Maspalomas, como tal, es conocida y citada por naturalistas y viajeros al menos desde el siglo XVIII. Almunia (1998) da a entender que la primera cita de la charca se remonta a 1502 (Benítez, 1963). Sin embargo, el texto al que se refiere Benítez es un pasaje del libro de Hernando Colón donde dice que tomaron agua en Maspalomas, pero no hace referencia expresa a una charca. Por lo tanto, no se puede afirmar que existiera la charca en aquella época.



De hecho, sobre 1590, Torriani dibuja la costa desde Arguineguín hasta Maspalomas de forma certera, con gran detalle y precisión. Tanto es así, que se puede reconocer cada uno de los salientes y bahías, los cuales se corresponden perfectamente con la costa actual (Ver figura 2.10 en capítulo II). Según este dibujo, el barranco de Fataga posee una salida lineal al mar, lo que parece estar indicando que aún la charca no se habría formado. Esto podría deberse a que el caudal de agua era continuo, como un río, de modo que no se había formado aún la barra de arena que, impidiendo la salida del agua al mar, daría lugar a la laguna costera (Fig. 5.2a).

Sin embargo, dos siglos después, en 1746, en el mapa que elaboró el equipo que trabajara a las órdenes del ingeniero militar Antonio Riviere aparece el “Charco” (Fig. 5.2b) y en la descripción geográfica de la costa de Maspalomas lo sitúan en la desembocadura del río. A pesar de que no es un mapa de mucho detalle, es significativo que se le dé el nombre de “charco”, pues esto indica ya un recogimiento de las aguas.

Posteriormente Barker-Webb y Berthelot (1835) hacen un mapa donde aparecen “Las lagunas de Maspalomas”. En dicho mapa, los autores dibujan la charca como si estuviera dividida en dos ramales abiertos al mar (Fig. 5.2c).



Figura 5.2. Cartografías de Torriani (1590, a); de Riviere (1746, b) y de Barker-Webb y Berthelot (1835, c).

Merece la pena destacar la descripción que hiciera Viera y Clavijo en su “Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias” escrito en 1799 y publicado por la Real Sociedad Económica de Amigos de País de Las Palmas de Gran Canaria en 1866 (Viera y Clavijo, 1866):

“[...] Es una marisma o lago de dos tiros de fusil, que en la embocadura de un barranco forma el mar, confundiéndose unas aguas con otras, y haciéndolas salobres [...]”

Aunque otros tantos naturalistas se interesaron por la Charca, hay que destacar las famosas y valiosas descripciones de David A. Bannerman que visitó Maspalomas en 1912 (Bannerman, 1922):

“[...] El agua que corre desde las montañas hacia el valle queda represada en una extensión de aproximadamente un cuarto de milla desde el mar y forma una laguna de dimensiones considerables. La corriente principal parece correr continuamente pero a la derecha existen unos brazos que quedan prácticamente estancados por la maraña de vegetación [...] Algunas de las lagunas son muy profundas [...] Durante la marea alta, el mar penetra por el canal principal ensanchándolo, sin embargo este agua no llega a penetrar en las lagunas. En las bajamareas queda al descubierto una superficie considerable de arena mojada [...] En épocas de fuertes lluvias, cuando el lecho de los secos barrancos se transforma en torrentes, una gran cantidad de agua debe encontrarse en su camino al Charco inundando la marisma y transformándola en un verdadero pantano [...].”

Bannerman reconoce en este lugar una riqueza natural enorme, tanto es así que la considera una división “zoogeográfica” aparte dentro de las seis en las que divide el total de la isla. Denomina a ésta división: “El Charco. División V” (Fig. 5.3).



Fig. 5.3. División zoogeográfica V, “El Charco”, de David A. Bannerman.

Tanto por la descripción como por el dibujo que hace Bannerman, podemos decir que la configuración de la Charca, con una corriente continúa durante la época de lluvias y un sistema formado por un canal principal influenciado por la entrada de agua desde el mar y diversas ramificaciones secundarias formando una zona pantanosa, estaría más cerca de un estuario que de una laguna costera.



Por otro lado, según las descripciones de Barker-Webb y Berthelot (1835), Viera y Clavijo (1866) y Bannerman (1922), la localización de lo que serían las lagunas o charcas de mayor tamaño y profundidad se situarían más tierra adentro que en la actualidad.

Según esto, lo que hoy conocemos por la Charca de Maspalomas bien podría haber pasado por diferentes estadios evolutivos tanto desde el punto de vista ecológico como morfológico.

Se considera que los ríos evolucionan hacia un perfil de equilibrio aumentando la longitud de su curso con la formación de meandros. Más tarde, los meandros se cortan y aíslan, quedando en formas de lagunas. Estas lagunas abarcarían una zona más amplia a los lados del río, pudiendo encharcarse o ser invadidas por las crecidas del río en épocas de lluvia. Un río y sus lagunas dependientes se puede considerar una *climax* o etapa de mayor madurez del ecosistema (Margalef, 1982). Según esta definición, si consideramos al actual barranco de Fataga como un río, la Charca de Maspalomas habría pasado por esta etapa de madurez en tiempos relativamente recientes.

5.1.3. Análisis de la situación en las últimas décadas

La Charca supone un reclamo paisajístico para los visitantes y sin duda, es un enclave de gran importancia dentro de la Reserva Natural Especial, puesto que posee una serie de valores medioambientales que contribuyen al interés por su conservación. No en vano se encuentra incluida en la categoría de hábitats costeros prioritarios de la Directiva 92/43/CEE del consejo de Europa, de 21 de mayo de 1992, de conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre.

Este tipo de ecosistema posee un gran interés sobre todo a nivel ornitológico ya que sirve de área de alimentación y refugio para un gran número de especies migratorias. Además su existencia es fundamental para el desarrollo de determinadas fases de la biología de diversas especies animales y vegetales.

Indudablemente la presión urbanística, consecuencia del desarrollo turístico de la zona, ha mermado en sobremanera los valores naturales que poseyera antaño este ecosistema lacustre.

Con el comienzo del “boom” turístico en los años 60, la Charca, es de los primeros lugares en urbanizarse de Maspalomas. El paraje ofrece una estampa idílica para el turista y es muy apreciada también por la gente de la isla, que acude de excursión y no duda, incluso, en darse un baño dentro de ésta (Fig. 5.4).

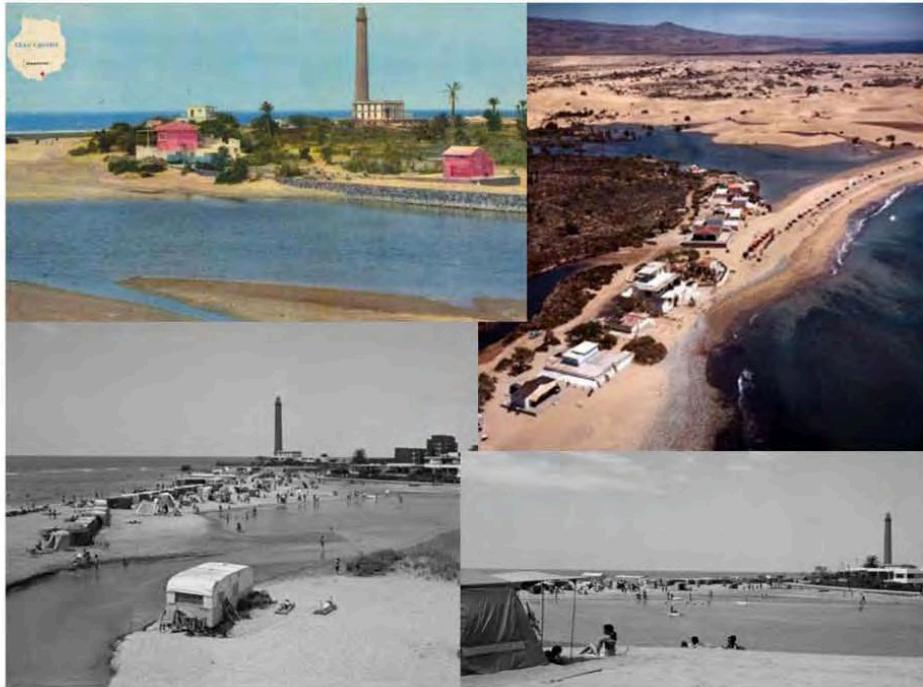


Figura 5.4. La Charca de Maspalomas como reclamo turístico, década de 1960 (FEDAC).

El desarrollo turístico conlleva una transformación drástica e irreversible de este ecosistema mediante la urbanización total del margen occidental de la charca, hasta convertirse en lo que actualmente conocemos. Además de las urbanizaciones turísticas, una de las actuaciones que modificó la charca definitivamente fue la canalización del barranco de Fataga a principios de los años 70. Con esta obra no solo se canalizaron los márgenes del barranco durante los tres kilómetros previos a la charca, sino que además se recubrió con cemento y piedras el lecho del mismo. Si bien las presas que ya se habían construido aguas arriba disminuyeron el caudal de agua y sedimentos que llegaba al mar, el encauzamiento realizado es causante que las grandes avenidas como las acaecidas en enero y febrero de 2010, tengan un efecto mucho más violento y por tanto más erosivo.

Ambos hechos (urbanización y canalización del barranco) han sido determinantes en la antropización de este enclave (Figs. 5.5 y 5.6).



Figura 5.5. Evolución del entorno de la Charca de Maspalomas 1930-2008.

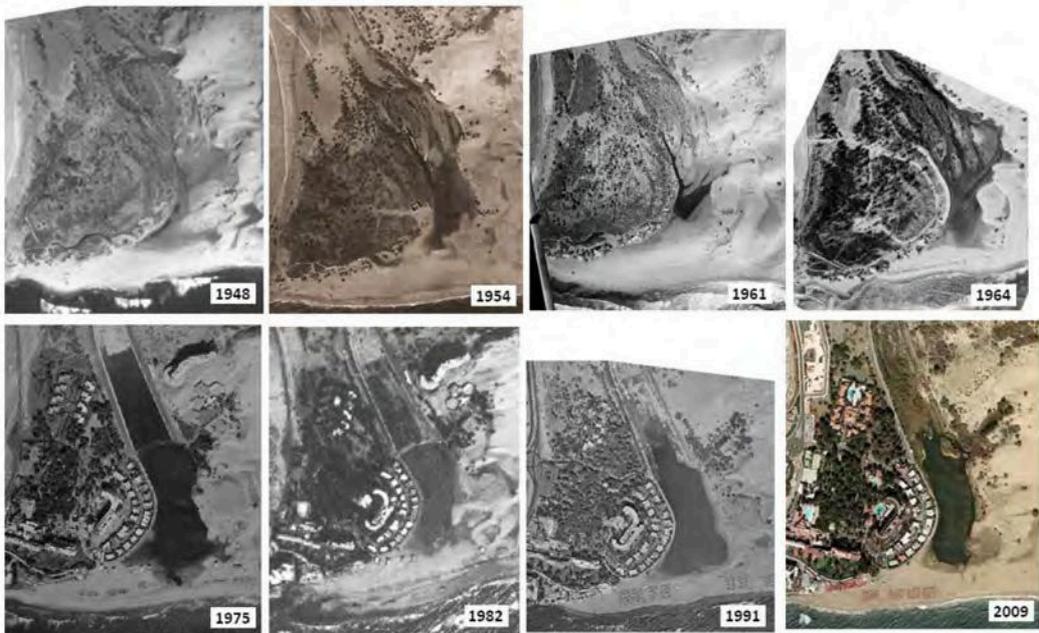


Figura 5.6. Imágenes aéreas del entorno de la Charca durante los últimos 60 años.

El deterioro de este entorno llega a un punto lamentable del que se hace eco la prensa local: “*Los continuos vertidos de aguas residuales y la despreocupación de las autoridades ha permitido que la famosa charca de Maspalomas se convierta en un pestilente estanque*” (diario Canarias7 de 23 de agosto de 1990). La gran popularidad con la que cuenta la Charca de Maspalomas y la preocupación por parte de los movimientos conservacionistas en el archipiélago, hacen que se reclame a las autoridades actuaciones que lleven a la recuperación de la misma. Gracias a esto se lleva a cabo un Plan de Recuperación de la Charca que permite que se realicen numerosos estudios sobre diferentes aspectos de este ecosistema y que se acometan diferentes actuaciones puntuales.

A pesar de ello, Almunia (1998) hace un estudio de las características tróficas y la modelización del ecosistema y llega a la conclusión de que la Charca de Maspalomas se encuentra sometida a un proceso de eutrofización.

Ante la evidente degradación de este espacio y en un intento de recuperar uno de los humedales más peculiares y emblemáticos del archipiélago, el Gobierno de Canarias pone en marcha el proyecto *Oasis 2000*. Este proyecto consistía en un cúmulo de acciones dirigidas a eliminar y controlar los impactos que la actividad turística provoca sobre este delicado entorno (Suárez, 1994; Martín *et al.*, 1995).

A consecuencia de este proyecto el Cabildo de Gran Canaria promueve y realiza ciertas actuaciones para la conservación y mejora del entorno de la Charca, como por ejemplo su acordonamiento y la organización de actividades relacionadas con la concienciación medioambiental, como el día de las Aves, que se celebra conjuntamente con SEO/BIRDLIFE y donde la Charca tiene un papel protagonista.

A pesar de todo esto, la Charca de Maspalomas sigue estando en una situación muy delicada donde el equilibrio del ecosistema se ve roto en innumerables ocasiones, en gran medida por la inevitable presión antrópica.

5.2 METODOLOGÍA

Debido a su fragilidad ecológica, la Charca de Maspalomas cuenta con numerosas medidas restrictivas. Por ello se solicitó un permiso especial a la Consejería de Medioambiente del Cabildo de Gran Canaria para llevar a cabo el muestreo. Este permiso sólo lo dan para una determinada época del año ya que hay que respetar las épocas de cría y el paso de aves migratorias, por lo que no se pudo realizar una segunda campaña para estudiar las posibles diferencias estacionales.



Para llevar a cabo este estudio se contó con una embarcación que puso a nuestra disposición el Cabildo de Gran Canaria. El muestreo se realizó desde dicha embarcación en Julio de 2008.

Se tomaron testigos en diversos puntos del interior de la Charca, de los cuales se seleccionaron para este estudio tres. Uno en la zona más próxima a la playa (CH1), otro en la parte intermedia (CH9) y un tercero más distal (CH6). Además se tomó una muestra a modo de control en el frente de la playa (PL) a fin de correlacionar ambos ambientes (Fig. 5.7).



Figura 5.7. Foto aérea de la Charca de Maspalomas con la localización de los puntos de muestreo.

El hecho de que la Charca tenga una profundidad media de aproximadamente 1,5-2 metros de agua de forma permanente dificulta en gran medida la toma de muestras de sedimento. El sistema de muestreo utilizado está formado por dos tubos de PVC de 2,5 cm de diámetro interior y de diferente tamaño, que se ensamblan el uno con el otro a través de una tuerca del mismo material.

Por un lado tiene un tubo corto, de unos 40 cm de largo, al que se le afiló la punta y por otro lado, un tubo mayor de unos 2 m de largo. El tubo pequeño se encuentra enroscado al grande y es el que se entierra en el sedimento para obtener la muestra. El tubo mayor es el que permite introducir el pequeño en el fondo, salvando así la columna de agua y de esta manera poder obtener el pequeño relleno de sedimento. Una vez enterrado se extrae taponando la boca del

tubo grande para no perder muestra. Ya en la embarcación, se desenrosca el tubo pequeño, que es precintado y etiquetado debidamente, y se incorpora un nuevo tubo para la siguiente muestra (Fig. 5.8).



Figura 5.8. Sistema de muestreo y embarcación en la que se llevó a cabo.

Este sistema funcionó perfectamente, con la única limitación de que al ser un tubo de pequeño diámetro la cantidad de muestra obtenida no es muy grande. Un diámetro mayor permitiría obtener más muestra pero sería mucho más difícil de contener el sedimento en su interior al sacarlo del agua, a menos que se dispusiese de un sistema de vacío.

De cada testigo se obtuvo, dependiendo de la profundidad de penetración en el sedimento, entre 18 cm de espesor mínimo y 33 cm de espesor máximo. Los testigos fueron cortados longitudinalmente en el laboratorio mediante una sierra circular (Fig. 5.9). El contenido se dividió cada 3 cm para obtener una serie de muestras a diferentes profundidades de aproximadamente 14 cm³. Los testigos CH9 y PL estaban completamente rellenos, mientras que CH1 y CH6 sólo contaban con 18 cm de sedimento.



Figura 5.9. Procedimiento de corte de los testigos en el laboratorio.

Las distintas muestras fueron teñidas con Rosa de Bengala (Walton, 1952), nada más ser extraídas, para llevar a cabo los estudios de biocenosis. Estas muestras llevan las letras CH seguidas por un número que se refiere al punto de muestreo y una letra que corresponde a la posición de la muestra dentro del testigo. Así la muestra “A” corresponde con la más profunda dentro del sedimento y por tanto la más antigua, la “B” la que está inmediatamente encima de ella y así sucesivamente (Tabla 5.1).

Muestra	Coordenadas	Espesor (cm)	Prof. (cm)
CH 1A			15-18
CH 1C	441466 3068162	18	9-12
CH 1F			0-3
CH6A			15-18
CH6C	441394 3068429	18	9-12
CH6F			0-3
CH9A			30-33
CH9D			21-24
CH9F	441489 3068317	33	15-18
CH9H			9-12
CH9K			0-3
PL A			30-33
PLD			21-24
PL F	441491 3068052	33	15-18
PL H			9-12
PL K			0-3

Tabla 5.1. Coordenadas, espesor total y profundidad de las muestras estudiadas.

Se estudió el contenido en foraminíferos del total de cada muestra, que se lavó y tamizó con una malla de 63µm. El resto del proceso sigue los mismos pasos explicados con más detalle en el capítulo III.

Una vez clasificados y contabilizados todos los foraminíferos, para estudiar las posibles relaciones entre las muestras, se llevó a cabo un análisis cluster integrando los datos de ambos ambientes. El análisis cluster se ha realizado empleando el método "Ward" (Ward, 1963) y la Distancia de Hellinger. Asimismo también se ha llevado a cabo el análisis de la diversidad a través del índice de Shannon-Wiener (ver capítulo III).

5.3. RESULTADOS

Se contabilizaron 2086 caparazones de individuos de los que 185 corresponden a individuos teñidos. El total de individuos se agrupan en 39 especies diferentes, de las cuales 20 especies pertenecen al suborden Rotaliina, 16 a Miliolina, 1 a Textulariina y 2 a Globigerinina. Aunque el mayor número de especies encontradas se encuentran dentro del suborden Rotaliina, las especies más abundantes, es decir, aquellas de las que se han contabilizado un mayor número de caparazones, pertenecen al suborden Miliolina.

Así, un alto porcentaje del total de los caparazones de foraminíferos encontrados son del tipo aporcelanados, concretamente el 64%. El 36% son del tipo hialino y se puede considerar nula la representación del tipo aglutinado (Fig. 5.10).

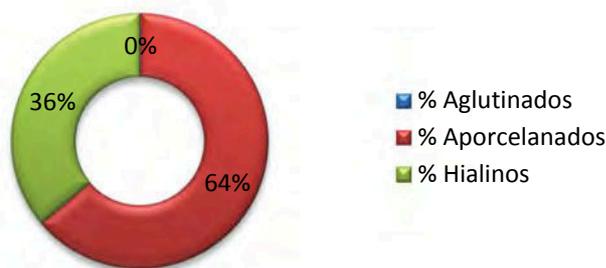


Figura 5.10. Porcentajes de foraminíferos encontrados según el tipo de caparazón.

La asociación dominante en el caso de las muestras de sedimento de la Charca de Maspalomas, queda conformada por las siguientes especies: *Miliolinella subrotunda hauerinoides* (Rhumbler), *Ammonia beccarii* (Linné), *Miliolinella* aff. *circularis* (Bornemann), *Miliolinella* aff. *subrotunda* (Montagu) y *Rosalina vilardeboana* d'Orbigny.



El 82% del total de foraminíferos encontrados en las muestras de la charca se encuentran distribuidos en estas especies que forman la asociación dominante y el resto, tan sólo un 18%, pertenecen a otras especies (Fig. 5.11). La distribución de las especies encontradas en cada una de las muestras se presenta en el Anexo.

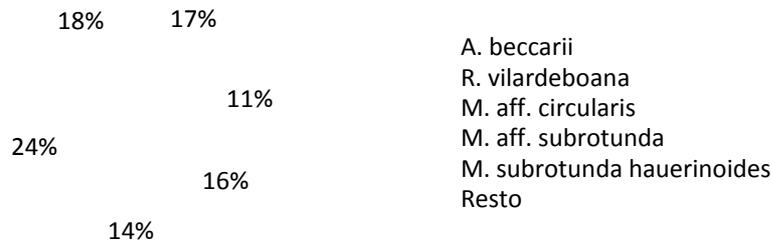


Figura 5.11. Porcentajes de las especies más abundantes.

Como se puede observar dos de las especies dominantes no han podido ser identificadas para este estudio y quedan pendientes de ser confirmadas o descritas como nuevas especies para la ciencia. Se les ha dado el nombre de *Miliolinella* aff. *circularis* y *Miliolinella* aff. *subrotunda* ya que comparten algunos de los caracteres de estas especies.

En el caso del estudio de la biocenosis, se han contabilizado 185 caparazones en total. La mayoría de las muestras o bien no presentan foraminíferos vivos en el momento de su recogida, o bien el número es muy bajo. La única excepción es la muestra CH6F que posee 122 individuos teñidos que representa el 66% del total, donde 88 de éstos pertenecen a la especie *Ammonia beccarii*. Dicha especie supone el 73% del total de individuos teñidos encontrados en la Charca (Fig. 5.12).

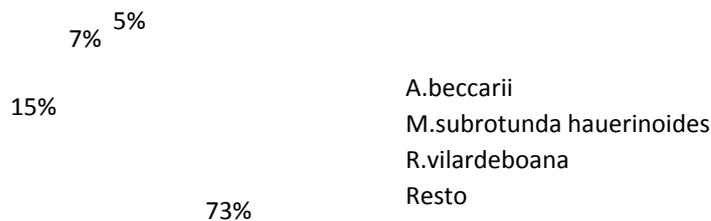


Figura 5.12. Porcentajes de las especies encontradas vivas más abundantes.

De esta manera encontramos que el porcentaje de hialinos, para la biocenosis, es mucho mayor que el de caparazones de tipo aporcelanado (Fig. 5.13).

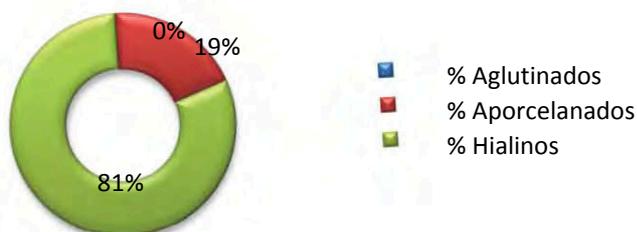


Figura 5.13. Porcentajes de caparazones teñidos encontrados según el tipo de caparazón.

En las figuras 5.14, 5.15, 5.16 y 5.17 se pueden observar las principales características de cada uno de los testigos seleccionados para este estudio. En cada uno de ellos se representa una foto del testigo, las características litológicas, la tanatocenosis y biocenosis. Para representar la tanatocenosis se han seleccionado aquellas especies que conforman la asociación dominante en la charca, tal como se ha hecho en las anteriores figuras.

La figura 5.14 representa el testigo PL procedente de la playa. El material es bastante homogéneo a lo largo de todo el testigo. La mayoría de las especies que aparecen en este testigo son típicas de ambientes marinos, como por ejemplo *Cibicides refulgens* Monfort, *Massilina secans* (d'Orbigny), *Quinqueloculina berthelotiana* d'Orbigny y *Quinqueloculina quadrita* Nörvan. Los caparazones se distribuyen de manera que la muestra más superficial y la más profunda son las que más individuos presentan. Por otro lado, se encuentra un pequeño número de foraminíferos vivos en las muestras PL9F y PL9K.

La figura 5.15 representa el testigo CH1, que como se puede observar presenta características litológicas muy similares al testigo PL. En cuanto al contenido en especies, destaca el hecho de que muchas las comparte con el testigo de la playa, siendo éstas de carácter marino.

Las figuras 5.16 y 5.17 representan los testigos CH9 y CH6 respectivamente, que son los que se sitúan más al interior de la charca. Ambos presentan características similares entre sí y se diferencian claramente de los anteriores. Así, son diferencias notables el número de individuos, las especies encontradas y las características del sedimento, con mucha más materia orgánica.

En el caso del testigo CH9, vemos como se producen dos picos de abundancia, uno en la muestra CH9H (fangos) y otro CH9D (arenas negras) con una sucesión de la especie con mayor número de individuos. En la muestra CH9H la especie dominante es *M. aff. subrotunda* y en la muestra CH9D es *M. subrotunda hauerinoides*. En ésta última también es importante la presencia de *A. beccarii*. En este testigo no contiene casi ningún individuo vivo.



En el testigo CH6 prácticamente todos los individuos se encuentran en superficie, en la muestra CH6F (arenas negras). Las especies más abundantes son las mismas que para el caso de las muestras CH9D (arenas limosas y arenas negras) y CH9A (arenas negras).

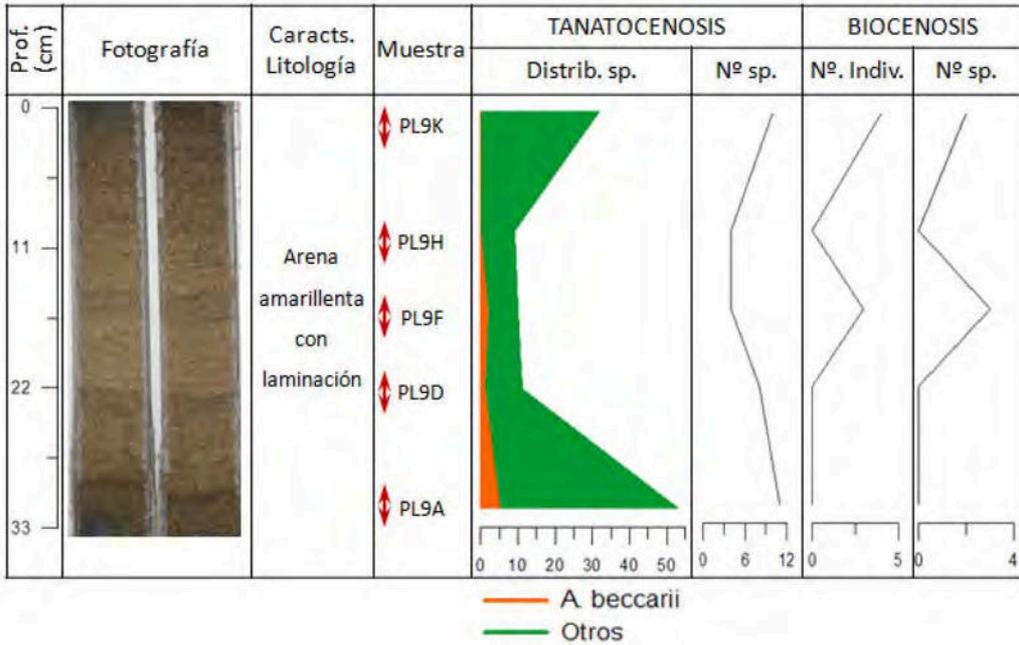


Figura 5.14. Principales características del testigo PL.

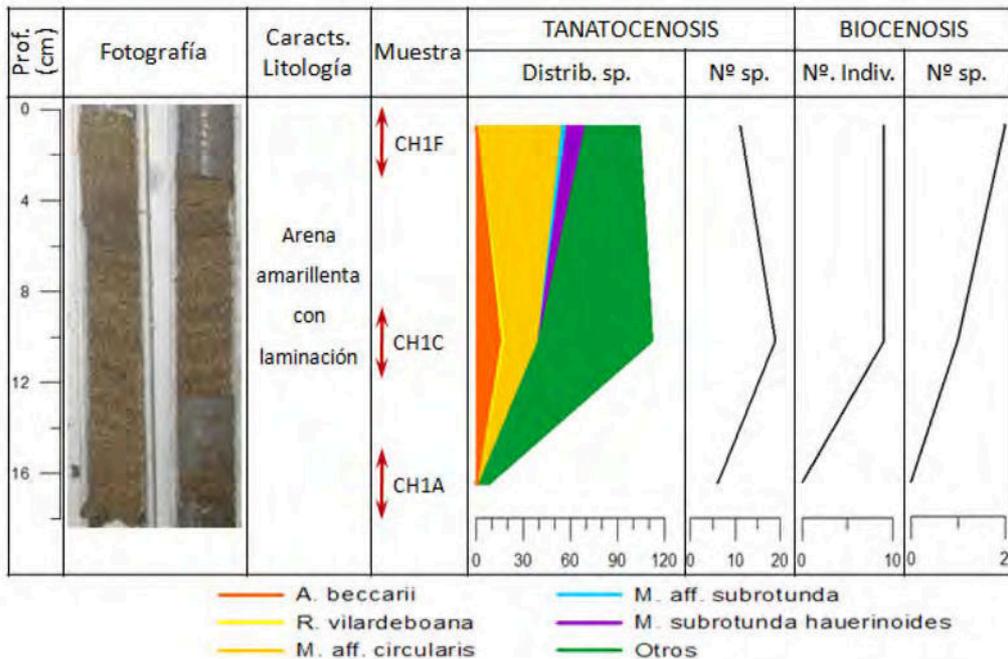


Figura 5.15. Principales características del testigo CH1.

Los foraminíferos de los distintos ambientes sedimentarios de Maspalomas.
Aportaciones al origen y evolución de este sistema.

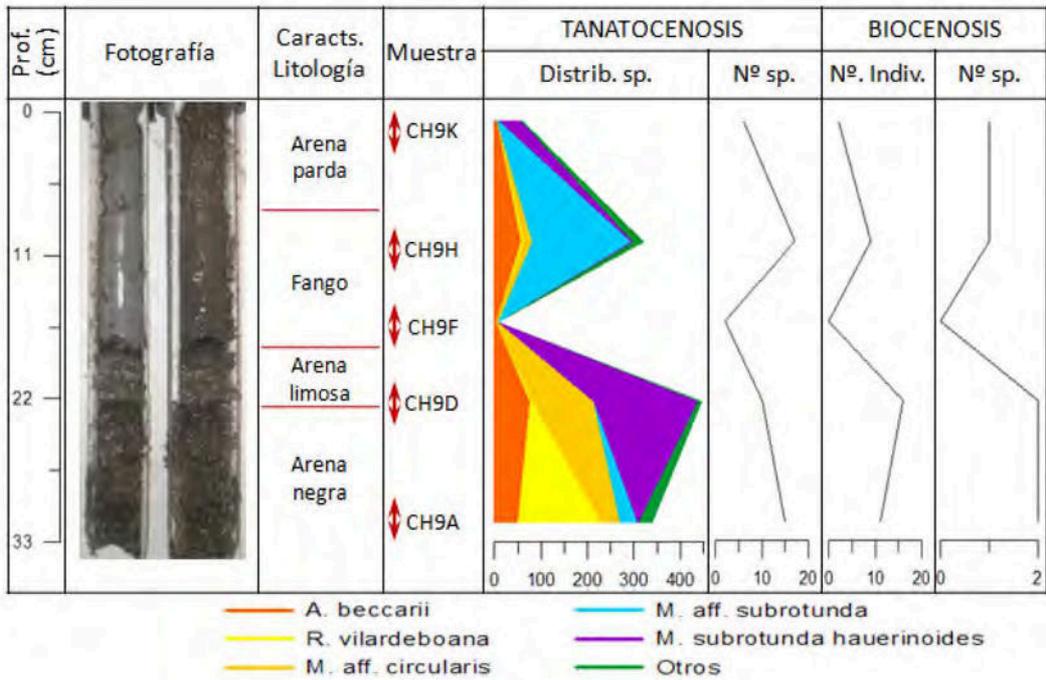


Figura 5.16. Principales características del testigo CH9.

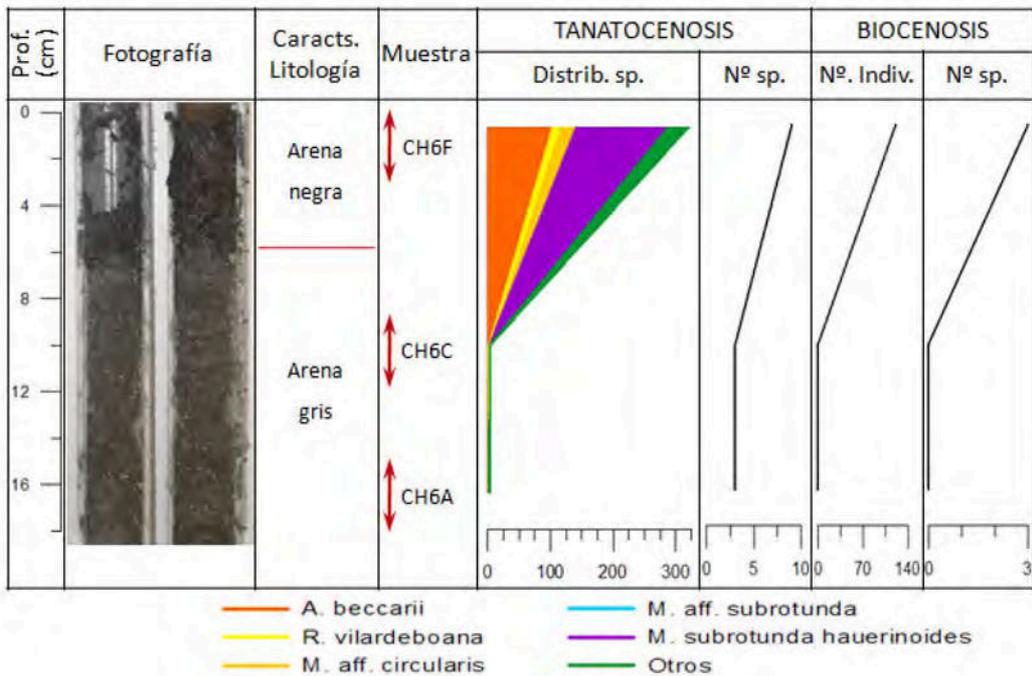


Figura 5.17. Principales características del testigo CH6.



En cuanto a los resultados del análisis cluster, se puede observar como las muestras se dividen en dos grandes grupos, uno formado, básicamente, por las muestras del testigo CH9 y otro formado por las de la playa. Las muestras de los testigos CH1 y CH6 se mezclan con las anteriores y quedan incluidas en dichos grupos (Fig. 5.18).

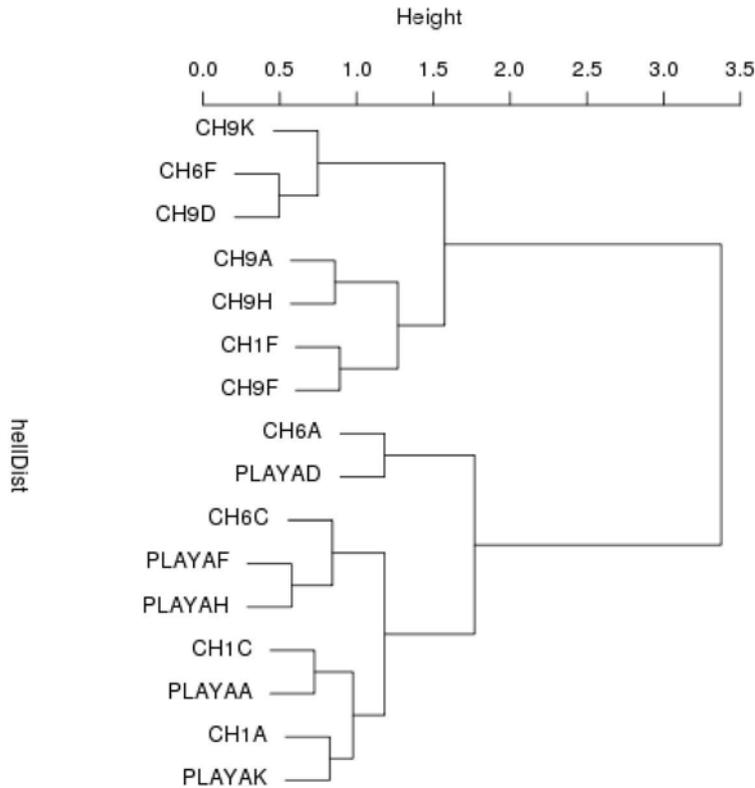


Figura. 5.18. Resultado del análisis cluster llevado a cabo para las muestras de la Charca.

En concreto, las muestras CH1F y CH6F, es decir las más superficiales de ambos testigos, están más relacionadas con las muestras del testigo CH9. Por el contrario, las muestras CH1C, CH1A, CH6C y CH6A, las más profundas de ambos testigos, están más relacionadas con las muestras procedentes de la playa.

También se llevó a cabo el análisis de la diversidad con los datos obtenidos de la tanatocenosis de cada testigo a través del índice de Shannon-Wiener. En la figura 5.19 se puede ver una representación gráfica del mismo.

Como se puede observar el testigo tomado en la playa es el que presenta una mayor diversidad, seguido del testigo CH1, siendo el rango de variabilidad entre

2,3 y 2,7. Los testigos CH6 y CH9 presentan una menor diversidad con un rango entre 1,5 y 1,7, aunque el número de individuos por especie está más equitativamente repartido. Es decir, aunque presentan un número más bajo de especies, el número de individuos de cada una de éstas está repartido de forma más uniforme.

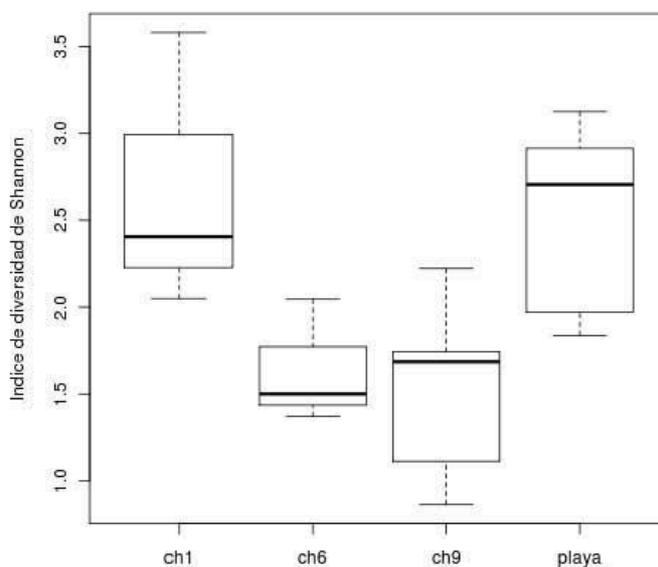


Figura 5.19. Representación gráfica del índice de diversidad de Shannon-Wiener para cada uno de los diferentes testigos.

5.4. DISCUSIÓN

En la actualidad la Charca de Maspalomas es una laguna costera o *lagoon* (Kjerfve, 1994) poiquilohalina (Margalef, 1983) claramente afectada por la acción antrópica. La canalización del barranco, el control del caudal aguas arriba, así como la influencia de las urbanizaciones turísticas, son factores que sin duda están condicionando las características físico-químicas y biológicas de la Charca.

En cualquier caso, un *lagoon* es un tipo de ambiente, desde el punto de vista ecológico, estresante. Las condiciones de salinidad, temperatura, oxígeno o disponibilidad de nutrientes son factores que, en este tipo de ambientes, presentan amplios rangos de variación. Así por ejemplo, la salinidad de un *lagoon* puede variar desde aguas hipersalinas, pasando por salobres a hiposalinas, dependiendo de la climatología local y de la influencia de las mareas.



Aunque las características de una laguna costera o *lagoon* no son exactamente iguales que las de los ambientes estuarinos, en una determinada zona o provincia biogeográfica, las asociaciones de foraminíferos que existen en ambos deben ser similares, con especies bien adaptadas a los rangos de variabilidad en cuanto a los diferentes parámetros físico-químicos y biológicos a los que se ven sometidas. Debido a que estos parámetros dependen en gran medida de las condiciones locales, climáticas, influencia de la marea, etc., las asociaciones de foraminíferos que se encuentran en estos ambientes presentan una gran variabilidad (Sen Gupta, 1999).

La abundancia relativa de foraminíferos con caparazón del tipo hialino, aporcelanado o aglutinado está relacionada con la salinidad (Cearreta, 1986). Así, por ejemplo, Leorri (2003) encuentra que la mayor abundancia de foraminíferos de caparazón aglutinado se da en ambientes con baja salinidad, los hialinos con aguas salobres, mientras que los aporcelanados se relacionan con altas salinidades.

La salinidad es un parámetro físico que está vinculado con la temperatura y la profundidad. A su vez estos tres factores están íntimamente relacionados con la concentración de carbonato cálcico en el medio, y es precisamente esta última la que mayor influencia ejerce en la distribución del tipo de caparazón. Por tanto, los foraminíferos de caparazón aglutinado sobre base orgánica no tienen ningún tipo de restricción en este sentido, ya que no dependen de la concentración de carbonatos, los de caparazón hialino tienen un amplio rango de tolerancia y los aporcelanados requieren de altas concentraciones de CaCO_3 (Greiner, 1969).

Atendiendo a esto, existe una alta probabilidad de encontrar foraminíferos de caparazón aglutinado en base orgánica en ambientes de estrés salino o salinidad variable. Se puede encontrar una gran cantidad de bibliografía relacionada con el estudio de los foraminíferos presentes en marismas, marjales, albuferas, rías, estuarios, *lagoons*, etc., donde aquellos de caparazón aglutinado representan, en general, un porcentaje muy alto de la asociación dominante. En algunos casos este tipo de foraminíferos puede llegar a ser incluso el 100% de las especies presentes y, además, suelen dominar aquellas zonas de características ambientales más restrictivas (Phleger, 1977; Albani *et al.*, 1984; Scott *et al.*, 1991; Debenay *et al.*, 1998; Saffert y Thomas, 1998; Berkeley *et al.*, 2008). Dependiendo de la influencia marina, la profundidad, la salinidad, etc., en algunas zonas dentro de estos ambientes también son abundantes determinadas especies de caparazón calcáreo así como en el caso de ambientes hipersalinos (Murray, 1971).

Uno de los resultados obtenidos que más llama la atención, es que no se ha encontrado prácticamente caparazones de foraminíferos del tipo aglutinado, en las muestras de la Charca, representando tan sólo el 0,1% del total de la tanatocenosis. En lo que se refiere a la biocenosis, no se han encontrado foraminíferos de este tipo.

Los foraminíferos aglutinantes que presentan un cemento orgánico, fabricado por ellos mismos, se vuelven más vulnerable a cualquier tipo de proceso mecánico o físico si este cemento se debilita o se degrada. Este hecho puede conllevar la ruptura de sus caparazones y por tanto, su desaparición. La degradación del cemento orgánico de los foraminíferos del tipo aglutinados puede estar asociada a una determinada actividad bacteriana (Berkeley, 2009).

La extremadamente baja presencia de foraminíferos del tipo aglutinado en la Charca podría estar relacionado con altas concentraciones bacterianas o bien algún tipo de contaminante que afecte al cemento orgánico de sus caparazones y por tanto, no permita o limite el desarrollo de estos organismos. La única especie de foraminífero aglutinado que aparece en la Charca es *Trochamina inflata* (Montagu), una de las especies más comunes en ambientes de tipo marisma o *lagoon*, la cual, sin embargo, es relativamente frecuente en determinadas muestras de la plataforma marina.

En general, los factores más importantes que controlan el desarrollo y distribución vertical en el sedimento de los foraminíferos son la concentración de oxígeno en el medio, la disponibilidad de alimento, la depredación y competencia y la bioturbación. Algunos autores sugieren que determinadas especies de foraminíferos podrían ser anaerobias facultativas, ya que se pueden encontrar organismos vivos en ambientes sin oxígeno medible. Por tanto, la concentración de oxígeno no parece un factor crítico para el desarrollo de foraminíferos, aunque sí para el desarrollo de muchas de las especies de este grupo. Por otro lado, este tipo de ambiente (tipo marisma) se caracteriza por la alta acumulación de materia orgánica, por lo que la disponibilidad de alimento no debe de ser un problema (Jorissen, 1999). En este sentido la disponibilidad de alimento sólo se verá afectada con eventos puntuales donde se produzca un lavado de los mismos, por ejemplo, aumento del torrente en época de lluvias (Scott *et al.*, 1991). En cuanto a la depredación y competencia, éstas se ven disminuidas a medida que profundizamos en el sedimento, pues al ser un ambiente de condiciones extremas serán menos las especies adaptadas a vivir en el. Por último, la bioturbación puede



hacer que determinados organismos sean arrastrados a mayor profundidad dentro del sedimento y se adapten o no a vivir a dicha profundidad (Jorissen, 1999).

Así, los foraminíferos adaptados a vivir en el sedimento, a cierta profundidad y además en ambientes ya de por sí restrictivos como estuarios, marismas, etc., deben combinar una utilización altamente eficiente del alimento con una gran resistencia al estrés ecológico. En este sentido, el hecho de encontrar una menor riqueza de especies en la Charca que en las muestras procedentes de la plataforma es lo esperado.

El 73% de la biocenosis encontrada en la Charca está representada por la especie *Ammonia becarii*, siendo muy abundante también en la tanatocenosis. Esta especie tiene unas marcadas tendencias eurihalinas (Cearreta, 1986; Alve y Murray, 1994; Boltovskoy, 1991; Sen Gupta, 1999), lo que está en plena concordancia con las marcadas variaciones de la salinidad en la Charca. Además, *A. becarii* presenta una alta tolerancia a las concentraciones de contaminantes, aguas residuales, sustancias químicas, e incluso metales pesados (Alve, 1995) y es considerada una especie anaerobia facultativa mostrando actividad en condiciones de anoxia (Moodley y Hess, 1992).

Se ha visto que en *lagoons* con una gran influencia mareal, las especies *A. becarii* y *A. becarii* (Linné) var. *parkinsioniana* (d'Orbigny) son muy comunes (Sen Gupta, 1999). La presencia de estas dos especies en la Charca de Maspalomas, que sólo recibe la influencia directa de las mareas en caso de temporales del Sureste durante el invierno, podría estar relacionada con la alta salinidad que se registra en la Charca durante el verano, momento en el que se llevó a cabo el muestreo, o bien simplemente por ser especies, como ya se ha comentado, eurihalinas y con alta tolerancia ambiental. Por otra parte, los individuos de la especie *A. becarii* var. *parkinsioniana* recolectados, presentan un elevado número de poros de gran tamaño en su caparazón. Esto estaría indicando que las condiciones en las que se han desarrollado son de baja o muy baja concentración de oxígeno, ya que se ha podido comprobar en ensayos de laboratorio que este tipo de modificación del caparazón es una respuesta de esta especie ante la anoxia del medio (Moodley y Hess, 1992).

Hay que destacar que las especies *Miliolinella subrotunda hauerinoides*, *Miliolinella* aff. *circularis* y *Miliolinella* aff. *Subrotunda*, claramente dominantes en la Charca, no aparecen en ninguna de las muestras analizadas en el resto de ambientes estudiados, plataforma, playas, dunas y materiales subyacentes.

Algunos ejemplares de estas especies presentan caparazones anormales con lo que parecen ser deformaciones en las cámaras que podrían estar indicando la presencia de sustancias contaminantes en la Charca.

Tanto los fertilizantes, pesticidas y otras sustancias que se utilizan para mantener los jardines de las instalaciones turísticas, así como el césped del campo de Golf, pueden estar llegando a la Charca y provocar cierta contaminación que dé lugar a la malformación de algunos caparazones.

Por otro lado, el mayor número de caparazones encontrados pertenecen a foraminíferos aporcelanados, los cuales, como ya se ha comentado, tienen altos requerimientos de carbonato cálcico disuelto en el medio y soportan altas salinidades. Además, el resto de individuos que se obtienen, tanto de la tanatocenosis como de la biocenosis, también poseen un caparazón carbonatado. En aquellos ambientes en los que se generan condiciones donde el pH es bajo, las conchas de carbonato cálcico se disuelven rápidamente, por lo que los foraminíferos calcáreos están muy disminuidos o totalmente ausentes en las tanatocenosis (Murray, 1971, 1989; Scott & Medioli, 1980a, b; Alve & Murray, 1997; Murray & Alve, 1999; Culver & Horton, 2005). El hecho de encontrar números individuos calcáreos está indicando que en la Charca el pH debe tener en general valores superiores o iguales a 7.

El aporte de sedimentos desde el campo de dunas a la charca supone un enriquecimiento en carbonato cálcico que, probablemente, esté contribuyendo al desarrollo de foraminíferos de caparazón calcáreo.

Debido a la pequeña cantidad de muestras que se obtuvo no se llevaron a cabo análisis granulométricos. No obstante, todos los testigos presentan arenas. Los testigos CH6 y CH9, tomados en el interior de la Charca, poseen una coloración oscura indicando grandes cantidades de materia orgánica y contienen una gran proporción de materiales finos. En el caso concreto del testigo CH9 aparecen incluso facies de fangos y arenas limosas.

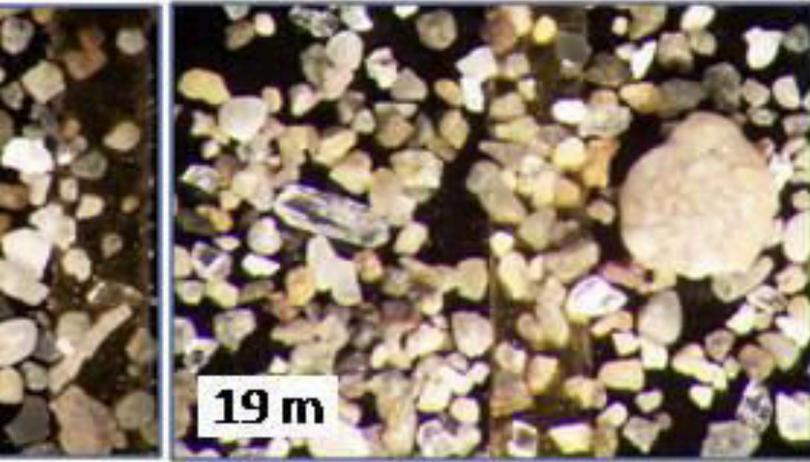
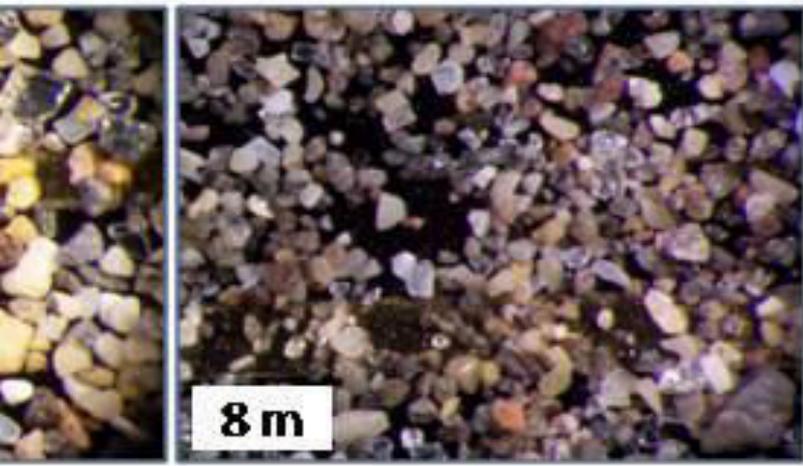
En verano la fanerógama *Ruppia marítima* llega a su máxima abundancia con un crecimiento explosivo. Esta planta alcanza proporciones enormes y ocupa prácticamente toda la superficie del fondo de la Charca, con lo que la sedimentación de carbono orgánico se duplica entre Julio y Octubre (Almunia, 1998).



Por tanto, por un lado hay grandes aportes de materia orgánica y por otro, aportes de arena fundamentalmente bioclástica con altos porcentajes de carbonatos. Esto conlleva una disponibilidad de nutrientes y de carbonatos fundamentales para el desarrollo de los foraminíferos infaunales que encontramos en la Charca.

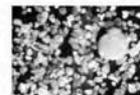
En el caso de sistemas lacustres, la diversidad es en general inversamente proporcional al nivel de eutrofización (Margalef, 1982). Dado que la Charca de Maspalomas, como ya se ha comentado, está sometida a procesos de intensa eutrofización, los valores de diversidad obtenidos para las muestras de la Charca son los esperados y confirman dicha condición. Sin embargo, como estos valores están referidos a la tanatocenosis, no podemos conocer qué grado de pérdida de información respecto a la diversidad es debida a la eutrofización.

Especies como *Elphidium repandum*, *Elphidium macellum*, *Cibicides lobatulus* y *Massilina secans*, de carácter eminentemente marino, aparecen sobre todo en la muestra CH1, la más cercana a la playa y la que recibe mayores aportes de sedimentos desde ésta. Estas especies aparecen también en el testigo PL, lo que estaría indicando un aporte de foraminíferos desde la plataforma marina.



CAPÍTULO VI

LOS MATERIALES SUBYACENTES



6.1. INTRODUCCIÓN

Un paraje tan emblemático como Maspalomas no ha pasado desapercibido a la curiosidad e interés de innumerables naturalistas y científicos, de diferente índole, desde principios del siglo XIX hasta la actualidad. Sin embargo, y a pesar de los números trabajos que existen en la zona, bajo las dunas yacía aún información que no había salido a la luz.

En el año 2007 se realiza un sondeo profundo en el marco del proyecto “*Estudio Integral de la Playa y Dunas de Maspalomas*”, encargado por la Dirección General de Costas y el Ministerio de Medio Ambiente (MMA, 2007). Las muestras analizadas para este estudio pertenecen a dicho sondeo, a partir del cual se ha llevado a cabo por primera vez la caracterización de los sedimentos subyacentes del campo de dunas de Maspalomas. Algunos de los resultados de estos análisis han sido publicados por Sánchez-Pérez *et al.* (2008).

La figura 6.1 muestra el punto con coordenadas 443880 y 3068982 donde se efectuó el sondeo. La elección del punto de muestreo, se hizo considerando que los aportes de sedimentos marinos en la zona de playa de El Inglés habrían sido mayores que hacia el Oeste. Cuanto más al Oeste los aportes de sedimentos terrígenos tendrían mayor incidencia, debido a que es allí donde se encuentra la desembocadura el barranco de Fataga.



Figura 6.1.- Mapa de localización del punto en el que se hizo el sondeo.

6.2. METODOLOGÍA

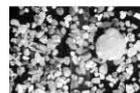
6.2.1. Muestreo

El sondeo se realizó mediante la utilización de una perforadora TP-50D sobre oruga con penetrómetro SPT incorporado (Figura 6.2). Se efectuó a rotación continua con extracción de testigo mediante batería simple de diámetro entre 76 y 101 mm y corona de widia.



Figura 6.2. Imágenes de la máquina TP-50D con la que se realizó el sondeo en el lugar de perforación.

Dicho sondeo se realizó sobre un espacio interdunar situado aproximadamente a 1m de altura sobre el nivel del mar y se perforó hasta una profundidad de 19.5m de sedimento, a partir de lo cual no pudo continuarse por la aparición de materiales, aparentemente, ignimbríticos de la Formación Fonolítica. Se tomaron 20 muestras (una por metro lineal aproximadamente) para los correspondientes análisis.



6.2.2. Análisis de las muestras

Además del estudio del contenido en foraminíferos, las muestras seleccionadas para el estudio del sondeo fueron sometidas a diferentes análisis: análisis granulométrico, determinación del contenido en carbonatos, estudio petrográfico, análisis morfoscóptico y dataciones. La tabla 6.1 indica las muestras seleccionadas y el tipo de estudio al que fueron sometidas cada una de ellas.

Nº muestra	Granulometría	Contenido CO ₃	Estudio petrográfico	Foraminíferos	Redondez	Datación
S1-0	X	X		X	X	
S1-0,85	x	X				
S1-1,8	X	X		X		
S1-3,2	X	X	X			
S1-4	X	X	X	X	X	X
S1-5	X	X				
S1-6	X	X				
S1-7	X	X	X			
S1-8	X	X		X	X	
S1-8.1	X	X				
S1-9	X	X		X	X	
S1-10	X	X				
S1-11	X	X	X			
S1-11,8	X	X		X		X
S1-12.9	X	X				
S1-14	X	X	X			
S1-14.9	X	X				
S1-15,6	X	X		X	X	
S1-17	X	X				
S1-17.9	X	X				
S1-19	X	X	X	X	X	X

Tabla 6.1. Análisis efectuados a las muestras del sondeo. La numeración asociada a cada muestra indica la profundidad a la que corresponde.

El contenido en foraminíferos se estudió a partir de una cantidad fija de 5 g/muestra que se lavó y tamizó con una malla de 63µm. El resto del proceso sigue los mismos pasos que se explican, con más detalle, en el capítulo III.

De igual manera que para el resto de muestras estudiadas en este trabajo, el contenido en carbonatos se calculó mediante el método volumétrico del calcímetro de Bernard.

En el análisis granulométrico, además del tamizado en seco para la fracción $>63\mu\text{m}$, se tuvo que emplear el método de la pipeta para la fracción menor de ese tamaño, ya que algunas de las muestras procedentes del sondeo contenían gran cantidad de sedimentos finos.

El estudio petrográfico se realizó a partir del contaje de 300 puntos por lámina delgada, clasificándose 11 componentes distintos de las muestras: 6 para la fracción terrígena (fragmentos de rocas básicas, félsicas e intraclastos; minerales ferromagnesianos y alumínico-sódico-potásicos; y mesostasis-opacos) y 5 para la bioclástica (mallas de algas, equinodermos-briozoos, moluscos, foraminíferos y otros bioclastos).

El análisis morfoscópico de los granos del sedimento se llevó a cabo a partir de fotografías obtenidas con lupa binocular (figura 6.3). Las muestras fueron previamente cuarteadas. En cada fotografía se escogieron al azar 50 partículas de origen terrígeno y 50 de material bioclástico, y cada una de ellas se clasificó visualmente dentro de una escala de 1 (muy anguloso) a 6 (muy redondeado), de acuerdo con los esquemas de Powers (1953) y Folk (1955).

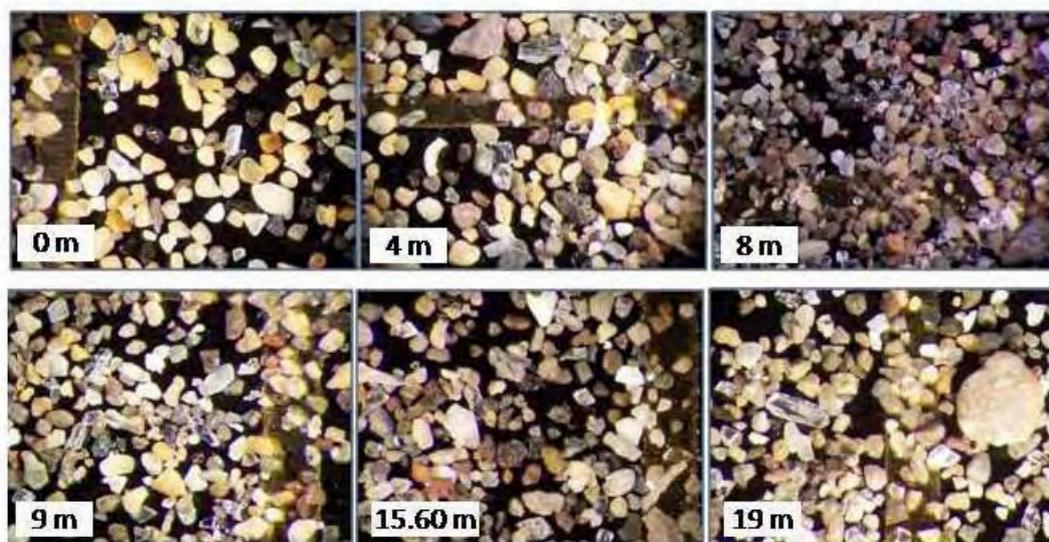
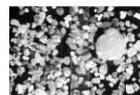


Figura 6.3. Fotografías utilizadas para determinar el grado de redondez de las muestras.



Para las dataciones se utilizaron conchas enteras de bivalvos en buen estado de conservación, a fin de minimizar los errores debidos al posible transporte previo a la formación del depósito. Los análisis se efectuaron mediante AMS (Accelerator Mass Spectrometry) en los laboratorios de Beta Analytic Inc. (Florida, Estados Unidos) que usa una vida media del ^{14}C de 5568 años. Este laboratorio proporciona edad radiocarbono convencional así como la edad calibrada que se obtiene de aplicar la base de datos INTCAL98 (Stuiver *et al.*, 1998).

6.2.3. Tratamiento estadístico

En el caso del sondeo, una vez clasificados y contabilizados todos los foraminíferos, el tratamiento estadístico de los datos ha consistido en la elaboración de un análisis cluster y el estudio de las diferencias significativas entre las diferentes muestras. El análisis cluster se ha realizado empleando el método "ward" (Ward, 1963) y la Distancia de Hellinger (ver capítulo III).

6.3. RESULTADOS

El estudio de los foraminíferos se efectuó para todas las muestras, de las que se extrajeron y clasificaron un total de 1286 foraminíferos agrupados en 53 especies diferentes. El número de individuos totales encontrados es claramente mayor a medida que aumenta la profundidad a la que se encuentra la muestra. De tal manera que en la parte superficial del sondeo (0-8 m) hay un promedio de 50 caparazones por muestra, mientras que a partir de esa profundidad el promedio es de 280 foraminíferos por muestra. Además, los foraminíferos planctónicos son mucho más abundantes en esta última parte mientras que en la parte superficial son muy escasos (Fig. 6.4).

Las especies de foraminíferos más abundantes son *Asterigerinata mamilla* (Williamson), *Bolivina pseudoplicata* Heron Allen & Earland, *Cibicides refulgens* Montfort, *Quinqueloculina berthelotiana* d'Orbigny y *Quinqueloculina quadrata* Nörvang para las muestras de la parte inferior, que se encuentran entre los 9 y 19 metros de profundidad. En el caso de las muestras de la parte superior la especie más abundante con gran diferencia es *Cibicides refulgens* Montfort que supera el 40%, seguida de *Elphidium advenum* (Cushman), *Quinqueloculina berthelotiana* d'Orbigny y *Quinqueloculina quadrata* Nörvang (Figuras 6.5 y 6.6).

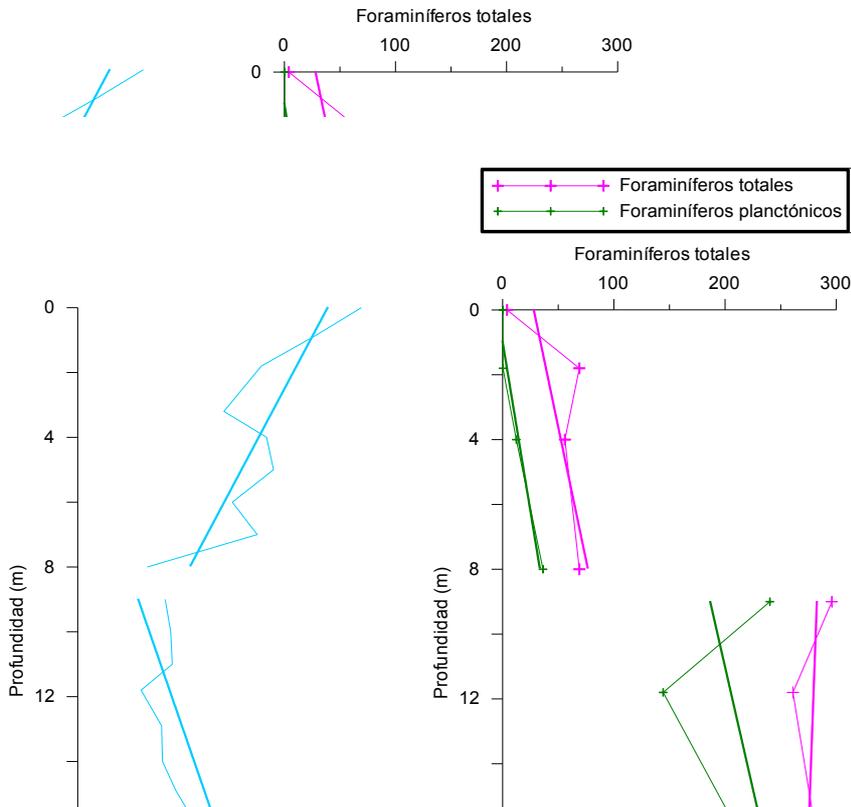


Figura 6.4. Número de foraminíferos totales y planctónicos a lo largo del sondeo.

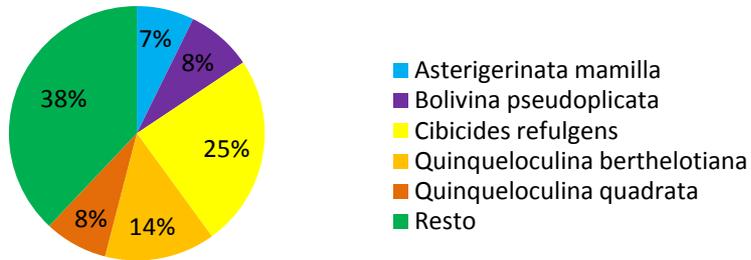


Figura 6.5. Porcentaje de especies dominantes en las muestras profundas (9, 11.8, 15.6 y 19 m).

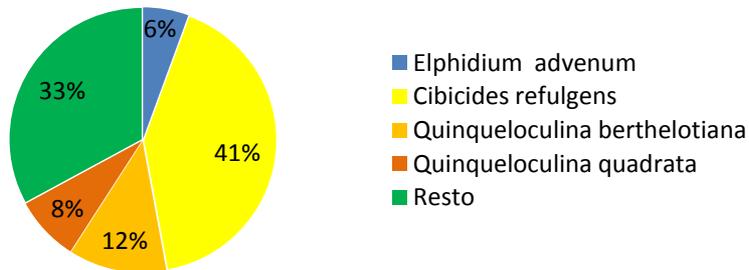
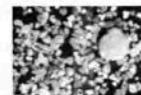


Figura 6.6. Porcentaje de especies dominantes en las muestras superficiales (0, 1.80, 4 y 8 m).



También existen diferencias en cuanto al número total de especies encontradas, pues en las muestras estudiadas entre los 0 y 8 metros de profundidad hay un total de 26 especies, mientras que en las muestras de 9 a 19 metros de profundidad hay 42 especies. Sin embargo, los porcentajes relativos de individuos con caparazón hialino o aporcelanado son prácticamente los mismos para ambos casos. Tanto en el paquete superior como en el inferior las especies de caparazón hialino son las más abundantes, representando casi un 70% del total (Fig. 6.7 y Fig. 6.8).

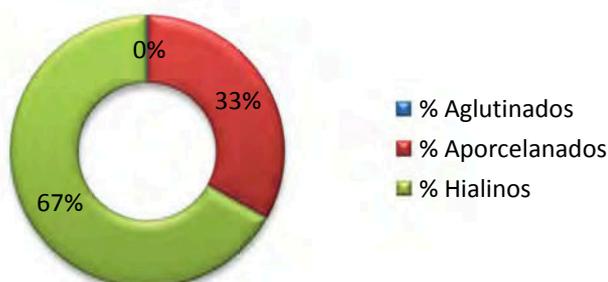


Figura 6.7. Porcentaje de caparazones encontrados tipo aglutinado, aporcelanado e hialino en el paquete inferior.

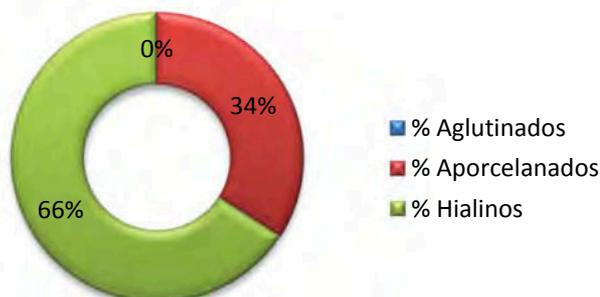


Figura 6.8. Porcentaje de caparazones encontrados del tipo aglutinado, aporcelanado e hialino en el paquete superior.

Por otro lado, también se observaron bajo la lupa binocular numerosas diferencias tafonómicas entre los caparazones encontrados entre el paquete sedimentario superior (de 0 a 8 m) y el inferior (de 9 a 19 m). En el paquete superior los caparazones presentaban un bajo grado de conservación, con una coloración opaca, relleno y signos de abrasión importantes. Por el contrario, los caparazones de la parte más profunda se encontraban bien conservados, con su coloración natural, el caparazón no se encontraba relleno y no presentaban signos de abrasión o disolución.

Las características tafonómicas observadas parecen estar relacionados con la edad de los sedimentos y nos indican que nos encontramos ante un paquete de sedimentos más antiguo en superficie y más reciente en profundidad. Este hecho no concuerda con el principio geológico de superposición de estratos, por lo que se decidió realizar el análisis morfosκόpicó de otras partículas del sedimento, así como dataciones que pudieran corroborar los resultados.

Estas diferencias se hacen evidentes en el análisis cluster donde se aprecia la formación de dos grupos claramente definidos (Fig. 6.10):

- Grupo A: muestras que van desde 9 a 19 metros de profundidad.
- Grupo B: muestras que van desde 0 a 8 metros de profundidad.

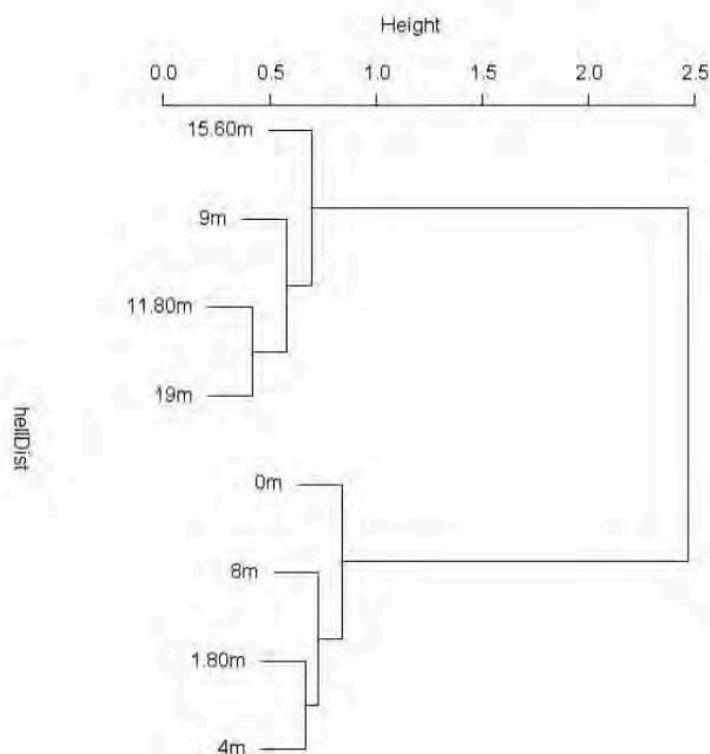
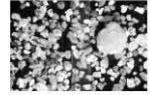


Figura 6.10. Dendrograma del análisis cluster.

Por tanto, encontramos a lo largo del sondeo dos paquetes de sedimentos bien diferenciados por su contenido en foraminíferos. Un paquete superior formado por las muestras del grupo B y un paquete inferior formado por las muestras del grupo A.



Como ya se ha mencionado, además del estudio del contenido en foraminíferos de las diferentes muestras, también se llevó a cabo un análisis granulométrico, el estudio petrográfico, el análisis del contenido en carbonatos y el del grado de redondez de las partículas del sedimento.

Los resultados del análisis granulométrico se presentan en la figura 6.11 donde se puede ver el porcentaje de gravas, arenas, limos y arcillas en cada una de las muestras.

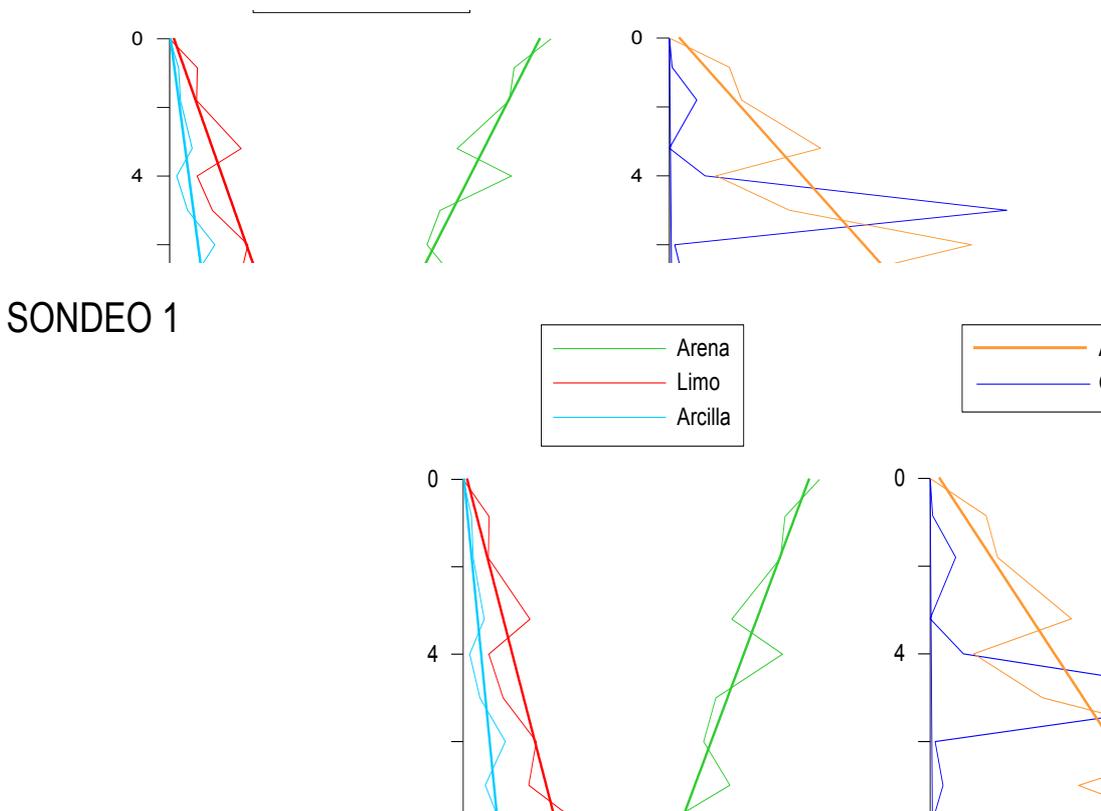


Figura 6.11. Distribución del porcentaje de arenas, limos y arcillas a lo largo del sondeo. El trazo más grueso indica el ajuste lineal para los tramos situados entre 0-8 m y 8-19 m.

A la vista de esta figura, resulta llamativa la existencia de un corte que se produce entre 8 y 9 metros. La parte más profunda del sondeo (entre 19 y 8-9 m) presenta una secuencia más o menos homogénea en la distribución de arenas ($\approx 70\%$), limos ($\approx 21\%$) y arcillas ($\approx 9\%$). A partir de 8 m hasta la superficie el patrón cambia de modo que la proporción de arenas tiende a aumentar paulatinamente hasta ser el 100% en superficie, mientras que las proporciones de limos y arcillas disminuyen progresivamente hasta ser 0 en superficie.

Respecto al contenido en carbonatos, es una vez más evidente el corte existente en 8-9 metros. Desde dicha profundidad hacia arriba la proporción de carbonatos aumenta progresivamente hasta llegar a valores de un 70% en superficie, mientras que las muestras situadas por debajo de 8 metros presentan un gradiente inverso (Fig. 6.12).

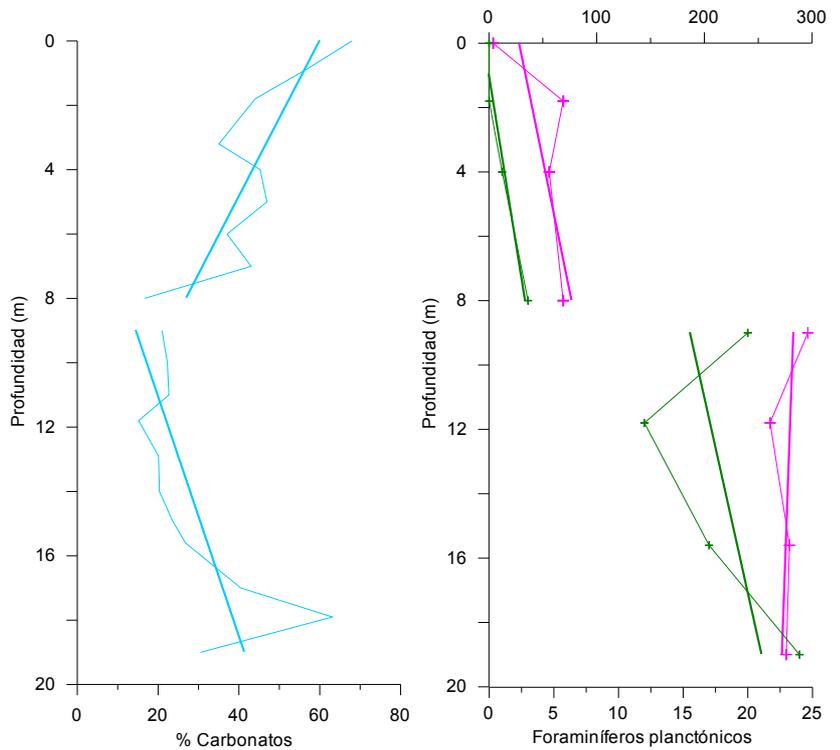


Figura 6.12. Variación del contenido en carbonatos en las muestras del sondeo.

De los distintos componentes identificados en el estudio petrográfico, cabe destacar el patrón completamente opuesto que presentan las mallas de algas coralíneas y los terrígenos félsicos. Las tres muestras analizadas por encima de 8 metros tienen un promedio de un 26.5% de mallas de algas calcáreas, mientras que las tres muestras analizadas por debajo de esa profundidad tienen un 13.5%. Justo lo contrario que ocurre con los terrígenos félsicos, donde las muestras más próximas a la superficie tienen un 16.2% frente al 30.1% de las que están por debajo de 8 metros (Fig. 6.13).

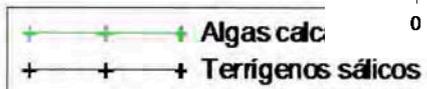
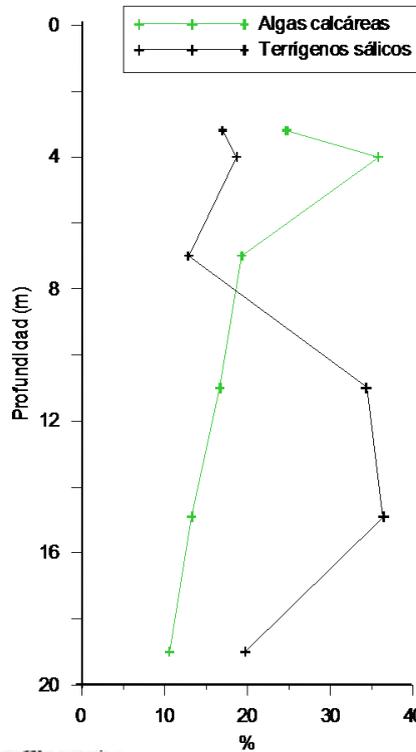
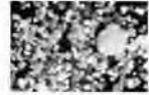


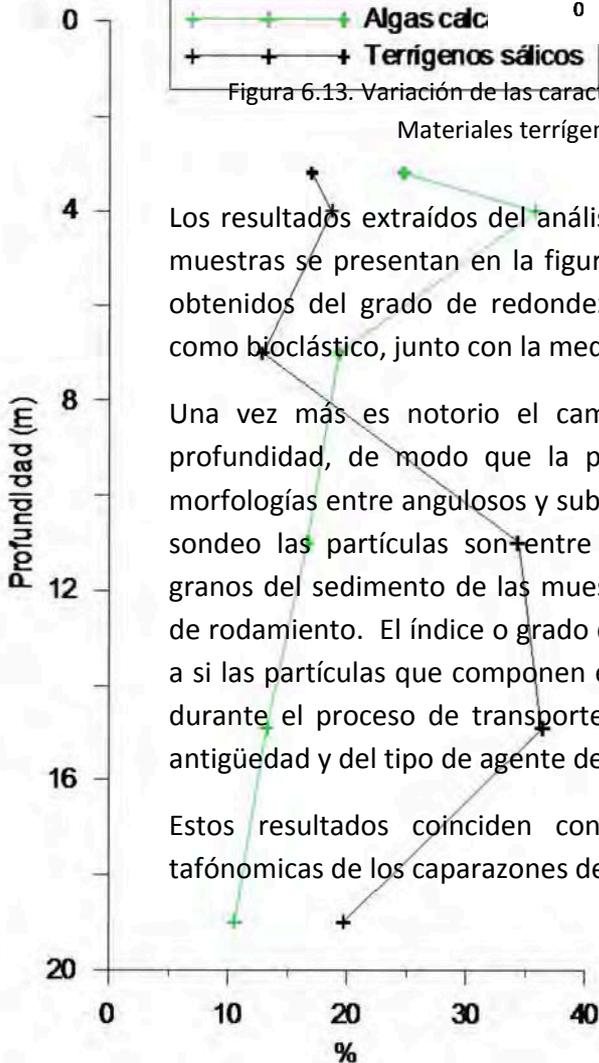
Figura 6.13. Variación de las características petrográficas de las muestras del sondeo.

Materiales terrígenos félsicos frente a algas calcáreas.

Los resultados extraídos del análisis sobre el grado de redondez efectuados a las muestras se presentan en la figura 6.14. En dicha figura se pueden ver los datos obtenidos del grado de redondez tanto para las partículas de origen terrígeno como bioclástico, junto con la media ponderada de ambos.

Una vez más es notorio el cambio que se produce entre 8 y 9 metros de profundidad, de modo que la parte inferior del sondeo presenta granos con morfologías entre angulosos y subangulosos, mientras que en la parte superior del sondeo las partículas son entre subredondeadas y redondeadas. Es decir, los granos del sedimento de las muestras más profundas presentan un menor grado de rodamiento. El índice o grado de redondez nos da cierta información referente a si las partículas que componen el sedimento han sufrido más o menos desgaste durante el proceso de transporte. Esto a su vez nos da una idea de su posible antigüedad y del tipo de agente de transporte al que estuvo sometida.

Estos resultados coinciden con los obtenidos al estudiar las alteraciones tafónomicas de los caparazones de foraminíferos.



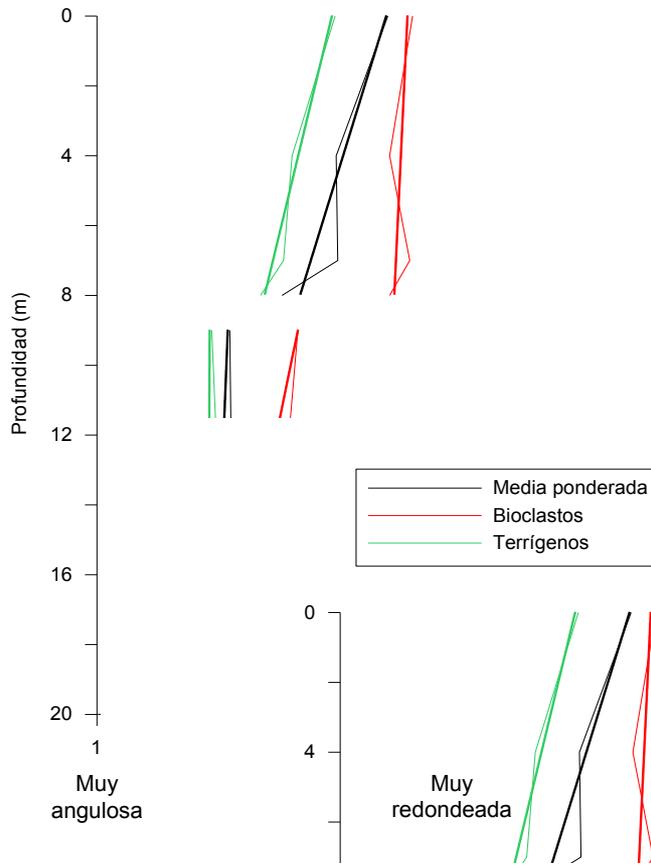
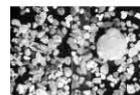


Figura 6.14. Distribución del grado de redondez de las partículas de origen terrígeno o biogénico de las muestras del sondeo.

Por último, también se indican en la tabla 6.2 los resultados de las tres dataciones efectuadas, donde se puede ver la edad convencional obtenida para cada una de las muestras. También en este caso es notorio el salto tan brusco y anómalo obtenido entre la muestra superior (10740 ± 50 BP) y las inferiores (690 ± 40 y 1840 ± 40 BP).

Muestra	Profundidad (m)	Edad convencional (BP)
S1-4	4	10740 ± 50
S1-11.8	11.8	690 ± 40
S1-19	19	1840 ± 40

Tabla 6.2. Resultado de las dataciones realizadas. La profundidad de la muestra se indica en metros desde techo a muro.



6.3. DISCUSIÓN

De las edades resultantes de las dataciones, destaca, enormemente, el hecho de que la muestra más superficial (S1-4) sea la más antigua.

Según el principio geológico de la superposición de estratos los materiales se depositan por orden cronológico, de manera que los primeramente depositados son los más antiguos y ocupan la parte inferior de la secuencia estratigráfica. Los sedimentos posteriores se depositan progresivamente, siendo más recientes cuanto más superficial es su posición. Sin embargo, a la vista de estos resultados, podemos decir que nos encontramos ante un paquete de sedimentos superior de mayor edad que el inferior. Esto concuerda con los resultados del análisis tafonómico de los caparazones de foraminíferos encontrados en las diferentes muestras y también con los resultados del estudio del grado de redondez de las partículas del sedimento.

Todos los análisis efectuados (estudio de foraminíferos, granulométricos, petrográficos, de contenido en carbonatos y de redondez) muestran la existencia de una ruptura en las características de los sedimentos, de tal forma que, de muro a techo, se diferencia un primer paquete que abarca desde la base del sondeo (19.5 m de profundidad) hasta los 8-9 metros, y un segundo paquete que abarca desde ese punto hasta la superficie.

El primero de los paquetes sedimentarios, o paquete inferior, sólo pudo formarse en un ambiente sumergido, a partir de sedimentos que se fueron depositando progresiva y paulatinamente sobre la plataforma preexistente, hasta que ésta queda a 8-9 metros de la superficie. Este relleno se hizo a costa de materiales entre los que predominaban los terrígenos félsicos, aportados principalmente por el barranco de Fataga. El alto contenido en limos y arcillas también apunta a la existencia de importantes aportes fluviales. La proporción de material carbonatado era de apenas de un 30%, de las que aproximadamente la mitad eran mallas de algas calcáreas. Dado que se trataba de un ambiente sumergido, en él abundan los foraminíferos, tanto planctónicos como bentónicos. Puesto que se trata de aportes aluviales con una rápida sedimentación, están sometidos a un proceso de transporte relativamente bajo, lo que explica el escaso grado de redondez que presentan, así como la presencia de caparazones de foraminíferos en buen estado de conservación.

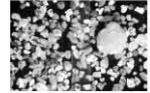
En el segundo paquete sedimentario los aportes del barranco son mucho menos determinantes. De esta manera se explica que la proporción de terrígenos félsicos

disminuya a apenas la mitad, así como la disminución gradual de los limos y arcillas. Además, al tiempo que la proporción de arenas aumenta, también lo hace la cantidad de material carbonatado, y en particular de mallas de algas calcáreas. Los escasos caparazones de foraminíferos encontrados han sufrido un gran desgaste en este paquete. La enorme reducción en el número de foraminíferos encontrado, tanto bentónicos como los de carácter planctónico, podría ser debida a unas condiciones ambientales menos favorables para el desarrollo de estos organismos. Teniendo en cuenta que las condiciones energéticas no habrían variado a lo largo del tiempo, ya que nos encontramos al resguardo de la isla, probablemente dicha reducción pueda estar relacionada con cambios en la temperatura del agua del mar. Hace unos 12.000 años dicha temperatura podría ser de varios grados por debajo de la actual (Rimbu *et al.*, 2004; Meco *et al.* 2006). Por otro lado, este hecho, al igual que el bajo grado de conservación y los signos evidentes de abrasión y relleno de los caparazones, podría explicarse como consecuencia de una actuación más intensa de los procesos tafonómicos debido a la mayor antigüedad y un proplongado proceso de transporte a que han estado sometidos estos materiales, lo que coincide con un grado de redondez mucho mayor de las partículas del depósito.

Los sedimentos de este paquete son, por tanto, mucho más antiguos (unos 11.000 años), predominantemente de origen marino y han sido trasportados por el fondo durante largo tiempo. Asimismo, todos los datos apuntan a que éstos se depositaron en unas condiciones en las que la columna de agua era ya muy escasa o nula, lo que permitió que emergieran rápidamente formado parte de la playa y posteriormente del campo de dunas.

La existencia de estos dos paquetes sedimentarios, con marcadas diferencias entre los materiales de uno y otro, sugiere que el origen del campo de dunas de Maspalomas, tal y como lo conocemos hoy en día, está vinculado con algún tipo de evento que provocó el cambio en las tasas de sedimentación y el tipo de sedimento a depositarse.

Por tanto, en un momento dado, debió acontecer un tipo de evento tal, que hizo posible que una zona costera que tenía 8-9 m de profundidad se colmatase debido a la acumulación repentina de un enorme volumen de sedimentos. Sedimentos bastante más antiguos y con unas características muy distintas a los que se habían depositado previamente. Utilizando las dataciones se ha intentado ajustar la fecha de ese evento. Asumiendo que la tasa de sedimentación, determinada a partir de las dos dataciones más profundas, se mantuvo constante, es posible determinar



que esa zona estaría aproximadamente 7.5 m por debajo de la superficie actual, lo que viene a ser bajo unos 6.5 m de columna de agua (figura 6.15). Puesto que la ruptura entre ambos paquetes de sedimentos se da entre los 8 y 9 metros, la figura 6.15 muestra que el rango de edades en el que se habría producido dicho evento estaría entre 80 y 230 BP. Dado que la edad BP por convenio internacional se toma como el año 1950, es lo mismo que centrar ese posible evento entre los años 1720 y 1870. Sin duda, la formación y acumulación de este segundo paquete de sedimentos más antiguos debió producirse de modo relativamente rápido.

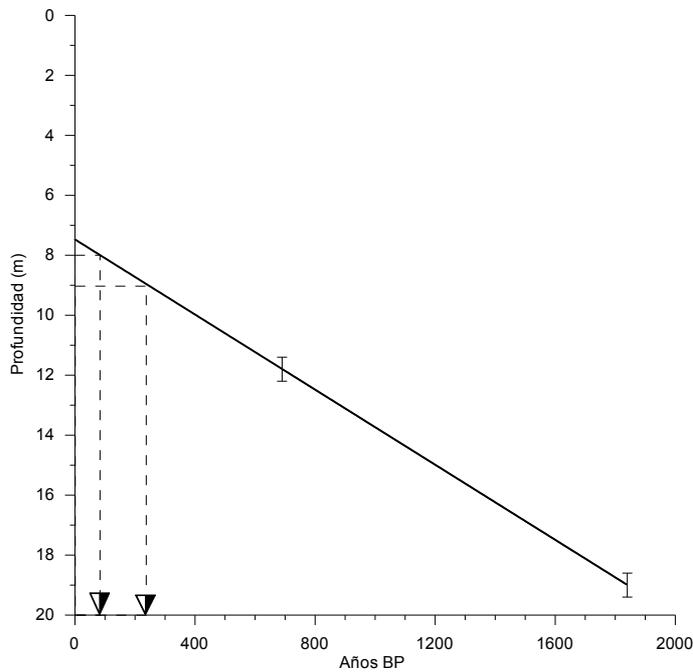
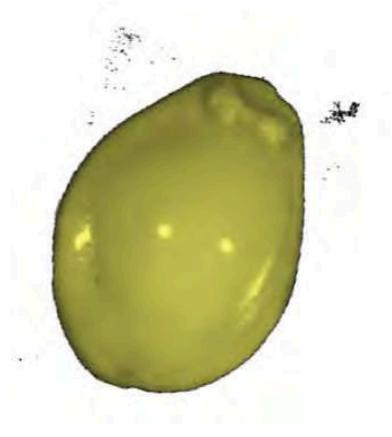


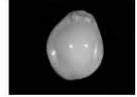
Figura 6.15. Estimación del rango de edades en el que se habría producido el evento que explicaría la ruptura observada en los distintos análisis sedimentológicos efectuados (MMA, 2007).

Los datos hasta aquí expuestos concuerdan con la idea de que el campo de dunas de Maspalomas, tal y como lo conocemos hoy en día, se formó hace unos 200 años, tal como ha sido planteado por Alonso *et al.*, 2008.



CAPÍTULO VII

RELACIÓN DE ESPECIES



7.1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta la relación de todas las especies identificadas en los distintos ambientes sedimentarios de Maspalomas. La clasificación adoptada en este trabajo ha sido la de Loeblich y Tappan (1987), incluyendo las modificaciones introducidas a posteriori por los mismos autores en 1992 y por Sen Gupta (1999).

Las especies aquí relacionadas se han dividido en dos grupos principales relacionados con su estrategia o modo de vida: foraminíferos bentónicos y foraminíferos planctónicos. A su vez, los bentónicos se ordenan en tres grupos según el tipo de caparazón que poseen: foraminíferos de caparazón aglutinado, aporcelanado e hialino. Esto se ha considerado oportuno a efectos de facilitar la consulta y por coherencia con el resto del documento, a lo largo del cual, se hace mención al tipo de caparazón de los foraminíferos.

7.2. ESPECIES DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS

7.2.1. Especies de caparazón aglutinado

Clase **FORAMINIFERA** Lee, 1990

Orden **ASTRORHIZIDA** Lankester, 1885

Superfamilia **ASTRORHIZACEA** Brady, 1881

Familia **RHABDAMMINIDAE** Brady, 1884

Subfamilia **RHABDAMMININAE** Brady, 1884

Género *Rhabdammina* M. Sars, 1869

Rhabdammina sp.

Lámina 5-Número 11

Orden **LITUOLIDA** Lankester, 1885

Superfamilia **VERNEULINACEA** Cushman, 1911

Familia **VERNEULINIDAE** Cushman, 1911

Subfamilia **VERNEULININAE** Cushman, 1911

Género *Gaudryina* D'Orbigny, 1839

Gaudryina rudis Wright, 1900

Lámina 5-Número 10

Orden **TEXTULARIIDA** Delhage & Herouard, 1896

Superfamilia **TEXTULARIACEA** Ehrenberg, 1838

Familia **EGGERELLIDAE** Cushman, 1937

Subfamilia **EGGERELLINAE** Cushman, 1937

Género *Eggerelloides* Haynes, 1973

Eggerelloides scaber (Williamson, 1858)

Denominación original: *Bulimina scabra* Williamson, 1858

Lámina 5-Número 9

Familia **TEXTULARIIDAE** Ehrenberg, 1838

Subfamilia **TEXTULARIINAE** Ehrenberg, 1838

Género *Textularia* DeFrance, 1824

Textularia agglutinans D'Orbigny, 1839

Lámina 5-Número 13

Textularia pseudogramen Chapman & Parr, 1937

Lámina 5-Número 14

Lámina 7-Número 16

Textularia sagittula DeFrance, 1824

Lámina 5-Número 12



Orden **TROCHAMMINIDA** Saidova, 1981

Superfamilia **TROCHAMMINACEA** Schwager, 1877

Familia **TROCHAMMINIDAE** Schwager, 1877

Subfamilia **TROCHAMMINININAE** Schwager, 1877

Género *Trochammina* Parker & Jones, 1859

Trochammina inflata (Montagu, 1808)

Denominación original: *Nautilus inflatus* Montagu, 1808

Lámina 5-Número 15

7.2.2. Especies de caparazón aporcelanado

Orden **MILIOLIDA** Lankester, 1885

Superfamilia **CORNUSPIRACEA** Schultze, 1854

Familia **CORNUSPIRIDAE** Schultze, 1854

Subfamilia **CORNUSPIRINAE** Schultze, 1854

Género *Cornuspira* Schultze, 1854

Cornuspira involvens (Reuss, 1850)

Denominación original: *Orbis foliaceus* Philippi, 1844

Familia **FISCHERINIDAE** Millett, 1898

Subfamilia **NODOBACULARIELLINAE** Bogdanovich, 1981

Género *Wiesnerella* Cushman, 1933

Wiesnerella auriculata (Egger, 1893)

Denominación original: *Planispirina auriculata* Egger, 1893

Lámina 2-Número 16

Superfamilia **MILIOLACEA** Ehrenberg, 1839

Familia **SPIROLOCULINIDAE** Wiesner, 1920

Género *Adelosina* D'Orbigny, 1826

Adelosina disparilis (D'Orbigny, 1893)

Denominación original: *Quinqueloculina disparilis* D'Orbigny, 1893

Lámina 2-Número 4

Adelosina duthiersi Schlumberger, 1886

Adelosina laevigata D'Orbigny, 1826

Lámina 1-Número 2

Adelosina pulchella D'Orbigny, 1846

Adelosina sp.

Lámina 1-Número 1

Género *Spiroloculina* D'Orbigny, 1826

Spiroloculina communis Cushman & Todd, 1944

Lámina 2-Número 10

Spiroloculina cymbium D'Orbigny, 1839

Lámina 2-Número 11

Spiroloculina venusta Cushman & Todd, 1944

Lámina 2-Número 12

Familia **HAUERINIDAE** Schwager, 1876

Subfamilia **HAUERININAE** Schwager, 1876

Género *Hauerina* D'Orbigny, 1839

Hauerina speciosa (Karrer, 1868)

Spiroloculina speciosa Karrer, 1868

Lámina 1-Número 5



Género *Massilina* Schlumberger, 1893

Massilina secans (D'Orbigny, 1826)

Denominación original: *Quinqueloculina secans* D'Orbigny, 1826

Lámina 1-Número 10

Género *Quinqueloculina* D'Orbigny, 1826

Quinqueloculina agglutinans D'Orbigny, 1839

Lámina 2-Número 1

Lámina 7-Número 13

Quinqueloculina berthelotiana D'Orbigny, 1839

Lámina 2-Número 2

Quinqueloculina lamarckiana D'Orbigny, 1839

Lámina 2-Número 5

Quinqueloculina lata Terquem, 1876

Lámina 2-Número 6

Quinqueloculina poeyana D'Orbigny, 1839

Quinqueloculina quadrata Nörvang, 1945

Lámina 2-Número 3

Quinqueloculina seminula (Linné, 1758)

Denominación original: *Serpula seminulum* Linné, 1758

Quinqueloculina undulata D'Orbigny, 1852

Lámina 2-Número 7

Quinqueloculina vulgaris D'Orbigny, 1826

Lámina 2-Número 8

Subfamilia **MILIOLINELLINAE** Vella, 1957

Género *Miliolinella* Wiesner, 1931

Miliolinella circularis (Bornemann, 1855)

Denominación original: *Triloculina circularis* Bornemann, 1855

Miliolinella circularis sublineata (Brady, 1884)

Denominación original: *Miliolinella circularis* (Bornemann) var. *sublineata* Brady, 1884

Lámina 1-Número 11

Miliolinella aff. *circularis*

Lámina I-Número 9

Miliolinella subrotunda (Montagu, 1803)

Denominación original: *Vermiculum subrotundum* Montagu, 1803

Miliolinella aff. *subrotunda*

Miliolinella subrotunda hauerinoides (Rhumbler, 1936)

Denominación original: *Quinqueloculina subrotunda* (Montagu) forma *hauerinoides* Rhumbler, 1936

Sinonimia: *Pateoris hauerinoides* (Rhumbler, 1936)

Lámina 1-Número 12

Miliolinella webbiana D'Orbigny, 1839

Denominación original: *Triloculina webbiana* D'Orbigny, 1839

Lámina 1-Número 13

Género *Pyrgo* DeFrance, 1824

Pyrgo elongata (D'Orbigny, 1826)

Denominación original:

Lámina 1-Número 14

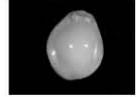
Lámina 7-Número 12

Pyrgo canariensis (D'Orbigny, 1839)

Denominación original: *Biloculina canariensis* D'Orbigny, 1839

Lámina 1-Número 15

Lámina 7-Número 11



Género *Triloculina* D'Orbigny, 1826

Triloculina affinis D'Orbigny, 1852

Lámina 2-Número 13

Triloculina rotunda D'Orbigny, 1893

Lámina 2-Número 14

Triloculina trigonula (Lamarck, 1804)

Denominación original: *Miliolites trigonula* Lamarck, 1804

Lámina 2-Número 15

Subfamilia **SIGMOILINITINAE** Luczkowska, 1974

Género *Sigmoilina* Schlumberger, 1887

Sigmolina grata (Terquem, 1878)

Denominación original: *Spiroloculina grata* Terquem, 1878

Lámina 2-Número 9

Subfamilia **TUBINELLINAE** Rhumbler, 1906

Género *Articulina* D'Orbigny, 1826

Articulina mucronata (D'Orbigny, 1839)

Vertebralina mucronata D'Orbigny, 1839

Lámina 1-Número 3

Articulina pacifica Cushman, 1944

Lámina 1-Número 4

Superfamilia **SORITACEA** Ehrenberg, 1839

Familia **PENEROPLIDAE** Schultze, 1854

Género *Laevipeneroplis* Sulc, 1936

Laevipeneroplis carinatus (D'Orbigny, 1839)

Denominación original: *Peneroplis carinatus* D'Orbigny, 1839

Lámina 1-Número 6

Laevipeneroplis pertusus (Forskål, 1775)

Lámina 1-Número 7

Laevipeneroplis planatus (Fichtel & Moll, 1798)

Lámina 1-Número 8

Familia **SORITIDAE** Ehrenberg, 1839

Subfamilia **SORITINAE** Ehrenberg, 1839

Género *Amphisorus* Ehrenberg, 1839

Amphisorus hemprichii Ehrenberg, 1840

8.2.3. Especies de caparazón hialino

Orden **SPIRILLINIDA** Gorbachik & Mantsurova, 1980

Familia **SPIRILLINIDAE** Reuss & Fritsch, 1861

Género *Spirillina* Ehrenberg, 1843

Spirillina vivipara Ehrenberg, 1843

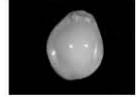
Familia **PATELLINIDAE** Rhumbler, 1906

Subfamilia **PATELLININAE** Rhumbler, 1906

Género *Patellina* Williamson, 1858

Patellina corrugata Williamson, 1858

Lámina 5-Número 2



Orden **LAGENIDA** Delage & Herouard, 1896

Superfamilia **NODOSARIACEA** Ehrenberg, 1838

Familia **NODOSARIIDAE** Ehrenberg, 1838

Subfamilia **NODOSARIINAE** Ehrenberg, 1838

Género *Dentalina* Risso, 1826

Dentalina communis (D'Orbigny, 1826)

Denominación original: *Nodosaria communis* D'Orbigny, 1826

Lámina 4-Número 7

Lámina 7-Número 7

Dentalina leguminiformis (Batsch)

Familia **VAGINULINIDAE** Reuss, 1860

Subfamilia **LENTICULININAE** Chapman, Parr & Collins, 1934

Género *Lenticulina* Lamarck, 1804

Lenticulina cultrata (Montfort, 1801)

Denominación original: *Robulus cultratus* Montfort, 1801

Sinonimia: *Robulina canariensis* D'Orbigny, 1839

Lámina 4-Número 17

Subfamilia **MARGINULININAE** Wedekind, 1937

Género *Amphicoryna* Schlumberger, 1881

Amphicoryna scalaris (Batsch, 1791)

Denominación original: *Nautilus scalaris* Batsch, 1791

Lámina 3-Número 3

Lámina 7-Número 1

Familia **LAGENIDAE** Reuss, 1862

Género *Lagena* Walker & Jacob, 1798

Lagena sp.

Género *Marginulina* D'Orbigny, 1826

Marginulina webbiana D'Orbigny, 1839

Lámina 4-Número 19

Lámina 7-Número 10

Familia **ELLIPSOLAGENIDAE** A. Silvestri, 1923

Subfamilia **OOLININAE** Loeblich & Tappan, 1961

Género *Cushmanina* R.W. Jones, 1984

Cushmanina sp.

Lámina 4-Números 3,4,5

Lámina 7-Número 4

Género *Favulina* Patterson & Richardson, 1987

Favulina hexagona (Williamson, 1848)

Lámina 4-Número 8

Género *Oolina* D'Orbigny, 1839

Oolina melo D'Orbigny, 1839

Lámina 5-Número 1

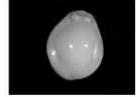
Género *Fissurina* Reuss, 1850

Fissurina laevigata Reuss, 1850

Lámina 4-Número 9

Fissurina lucida (Williamson, 1848)

Denominación original: *Entosolenia marginata* (Montagu) var. *lucida* Williamson, 1848



Fissurina marginata (Montagu, 1803)

Denominación original: *Vermiculum marginatum* Montagu, 1803

Fissurina orbignyana Seguenza, 1862

Lámina 4-Número 10

Fissurina seguenziana (Fornasini, 1886)

Denominación original: *Lagena seguenziana* Fornasini, 1886

Superfamilia **POLYMORPHINACEA**

Familia **POLYMORPHINIDAE** D'Orbigny, 1839

Subfamilia **POLYMORPHININAE** D'Orbigny, 1839

Género *Guttulina* D'Orbigny, 1839

Guttulina communis (D'Orbigny, 1826)

Denominación original: *Polymorphina communis* D'Orbigny, 1826

Género *Sigmomorphina* Cushman & Ozawa, 1928

Sigmomorphina williamsoni (Terquem, 1878)

Denominación original: *Polymorphina williamsoni* Terquem, 1878

Orden **ROTALIIDA** Delage & Herouard, 1896

Superfamilia **BOLIVINACEA** Glaessner, 1937

Familia **BOLIVINIDAE** Glaessner, 1937

Género *Bolivina* D'Orbigny, 1839

Bolivina dilatata Reuss, 1850

Bolivina pseudoplicata Heron Allen & Earland, 1930

Lámina 3-Número 9

Bolivina punctata D'Orbigny, 1839

Lámina 3-Número 10

Género *Brizalina* O. G. Costa, 1856

Brizalina cataniensis Padani

Superfamilia **CASSIDULINACEA** D'Orbigny, 1839

Familia **CASSIDULINIDAE** D'Orbigny, 1839

Subfamilia **CASSIDULININAE** D'Orbigny, 1839

Género *Cassidulina* D'Orbigny, 1826

Cassidulina crassa D'Orbigny, 1839

Lámina 3-Número 16

Cassidulina subglobosa Brady, 1881

Lámina 3-Número 17

Superfamilia **TURRILINACEA** Cushman, 1927

Familia **STAINFORTHIIDAE** Reiss, 1963

Género *Hopkinsina* Howe & Wallace, 1932

Hopkinsina bononiensis (Fornasini, 1888)

Denominación original: *Uvigerina bononiensis* Fornasini, 1888

Lámina 4-Número 11

Lámina 7-Número 9

Superfamilia **BULIMINACEA** Jones, 1875

Familia **BULIMINIDAE** Jones, 1875

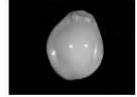
Género *Bulimina* D'Orbigny, 1826

Bulimina costata D'Orbigny, 1852

Lámina 3-Número 11

Bulimina elongata D'Orbigny, 1846

Lámina 3-Número 12



Bulimina marginata D'Orbigny, 1826

Lámina 3-Número 13

Lámina 7-Número 3

Género *Globobulimina* Cushman, 1927

Globobulimina affinis (D'Orbigny, 1839)

Denominación original: *Bulimina affinis* D'Orbigny, 1839

Familia **BULIMINELLIDAE** Hofker, 1951

Género *Buliminella* Cushman, 1911

Buliminella elegantissima (D'Orbigny, 1839)

Denominación original: *Bulimina elegantissima* D'Orbigny, 1839

Familia **UVIGERINIDAE** Haeckel, 1894

Subfamilia **UVIGERININAE** Haeckel, 1894

Género *Neouvigerina* Thalmann, 1952

Neouvigerina porrecta (Brady, 1879)

Denominación original: *Uvigerina porrecta* Brady, 1879

Subfamilia **ANGULOGERININAE** Galloway, 1933

Género *Angulogerina* Cushman, 1927

Angulogerina angulosa (Williamson, 1858)

Denominación original: *Uvigerina angulosa* Williamson, 1858

Lámina 3-Número 5

Angulogerina fornasinii Selli, 1948

Género *Trifarina* Cushman, 1923

Trifarina bradyi Cushman, 1923

Superfamilia **FURSENKOINACEA** Loeblich & Tappan, 1961

Familia **FURSENKOINIDAE** Loeblich & Tappan, 1961

Género *Fursenkoina* Loeblich & Tappan, 1961

Fursenkoina squamosa (D'Orbigny, 1826)

Denominación original: *Virgulina squamosa* D'Orbigny, 1826

Superfamilia **STILLOSTOMELLACEA** Finlay, 1947

Familia **STILLOSTOMELLIDAE** Finlay, 1947

Género *Orthomorphina* Stainforth, 1952

Orthomorphina sp.

Superfamilia **DISCORBACEA** Ehrenberg, 1838

Familia **BAGGINIDAE** Cushman, 1927

Subfamilia **SEROVAININAE** Sliter, 1968

Género *Cancris* De Montfort, 1808

Cancris auricula (Fichtel & Moll, 1798)

Denominación original: *Nautilus auricula* Fichtel & Moll, 1798

Lámina 3-Números 14, 15

Lámina 7-Números 5, 6

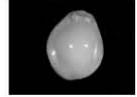
Familia **EPONIDIDAE** Hofker, 1951

Subfamilia **EPONIDINAE** Hofker, 1951

Género *Eponides* De Montfort, 1808

Eponides repandus (Fichtel & Moll, 1798)

Denominación original: *Nautilus repandus* Fichtel & Moll, 1798



Familia **MISSISSIPPINIDAE** Saidova, 1981

Subfamilia **STOMATORBININAE** Saidova, 1981

Género *Stomatorbina* Doreen, 1948

Stomatorbina concentrica (Parker & Jones, 1864)

Denominación original: *Pulvinulina concentrica* Parker & Jones, 1864

Lámina 5-Número 8

Lámina 7-Números 14,15

Familia **DISCORBIDAE** Ehrenberg, 1838

Género *Neoeponides* Reiss, 1960

Neoeponides auberii (D'Orbigny, 1839)

Denominación original: *Rosalina auberii* D'Orbigny, 1839

Familia **ROSALINIDAE** Reiss, 1963

Género *Neoconorbina* Hofker, 1951

Neoconorbina terquemi (Rzehak, 1888)

Denominación original: *Discorbina terquemi* Rzehak, 1888

Sinonimia: *Discorbina orbicularis* (Terquem, 1876)

Rosalina orbicularis Terquem, 1876

Género *Rosalina* D'Orbigny, 1826

Rosalina anomala Terquem, 1875

Rosalina globularis D'Orbigny, 1826

Rosalina vilardeboana D'Orbigny, 1839

Lámina 5-Números 3, 4

Superfamilia **GLABRATELLACEA** Loeblich & Tappan, 1964

Familia **GLABRATELLIDAE** Loeblich & Tappan, 1964

Género *Angulodiscorbis* Uchio, 1953

Angulodiscorbis charlesensis (McCulloch, 1977)

Denominación original: *Subsabinoides charlesensis* McCulloch, 1977

Lámina 3-Número 6

Género *Glabratella* Dorreen, 1948

Glabratella opercularis (D'Orbigny, 1839)

Denominación original: *Rosalina opercularis* D'Orbigny, 1839

Lámina 4-Números 12, 13

Glabratella patelliformis (Brady, 1884)

Denominación original: *Discorbina patelliformis* Brady, 1884

Superfamilia **SIPHONINACEA** Cushman, 1927

Familia **SIPHONINIDAE** Cushman, 1927

Subfamilia **SIPHONININAE** Cushman, 1927

Género *Siphonina* Reuss, 1850

Siphonina reticulata (Czjzek, 1848)

Denominación original: *Rotalina reticulata* Czjzek, 1848

Lámina 5-Número 7

Superfamilia **PLANORBULINACEA** Schwager, 1877

Familia **CIBICIDIDAE** Cushman, 1927

Subfamilia **CIBICIDINAE** Cushman, 1927

Género *Cibicides* De Montfort, 1808

Cibicides refulgens Montfort, 1808

Lámina 4-Números 1, 2

Género *Lobatula* Fleming, 1828

Lobatula lobatula (Walker & Jacob, 1798)

Denominación original: *Nautilus lobatula* Walker & Jacob, 1798

Lámina 4-Número 18



Familia **PLANORBULINIDAE** Schwager, 1877

Subfamilia **PLANORBULININAE** Schwager, 1877

Género *Planorbulina* D'Orbigny, 1826

Planorbulina mediterraneensis D'Orbigny, 1826

Sinonimia: *Planorbulina vulgaris* D'Orbigny, 1839

Superfamilia **ACERVULINACEA** Schultze, 1854

Familia **ACERVULINIDAE** Schultze, 1854

Género *Acervulina* Schultze, 1854

Acervulina inhaerens Schultze, 1854

Género *Sphaerogypsina* Galloway, 1933

Sphaerogypsina globula (Reuss, 1848)

Denominación original: *Ceripora globulus* Reuss, 1848

Familia **HOMOTREMATIDAE** Cushman, 1927

Género *Miniacina* Galloway, 1933

Miniacina miniacea (Pallas, 1766)

Denominación original: *Millepora miniacea* Pallas, 1766

Superfamilia **ASTERIGERINACEA** D'Orbigny, 1839

Familia **ASTERIGERINATIDAE** Reiss, 1963

Género *Asterigerinata* Bermúdez, 1949

Asterigerinata mamilla (Williamson, 1858)

Denominación original: *Rotalina mamilla* Williamson, 1858

Lámina 3-Número 7

Lámina 7-Número 2

Familia **AMPHISTEGINIDAE** Cushman, 1927

Género *Amphistegina* D'Orbigny, 1826

Amphistegina lessonii D'Orbigny, 1826

Lámina 3-Número 4

Superfamilia **NONIONACEA** Schultze, 1854

Familia **NONIONIDAE** Schultze, 1854

Subfamilia **NONIONINAE** Schultze, 1854

Género *Nonionoides* Saidova, 1975

Nonionoides grateloupi (D'Orbigny, 1839)

Denominación original: *Nonionina grateloupi* D'Orbigny, 1839

Subfamilia **ASTRONONIONINAE** Saidova, 1981

Género *Astrononion* Cushman & Edwards, 1937

Astrononion stelligerum (D'Orbigny, 1839)

Denominación original: *Nonionina stelligera* D'Orbigny, 1839

Lámina 3-Número 8

Superfamilia **CHILOSTOMELLACEA** Brady, 1881

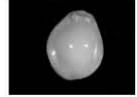
Familia **GAVELLINELLIDAE** Hofker, 1956

Subfamilia **GAVELINELLINAE** Hofker, 1956

Género *Hanzawaia* Asano, 1944

Hanzawaia bouneana (D'Orbigny, 1846)

Denominación original: *Truncatulina bouneana* D'Orbigny, 1846



Superfamilia **ROTALIACEA** Ehrenberg, 1839

Familia **ROTALIIDAE** Ehrenberg, 1839

Subfamilia **AMMONIINAE** Saidova, 1981

Género *Ammonia* Brünnich, 1772

Ammonia beccarii (Linné)

Denominación original: *Nautilus beccarii* Linné, 1758

Lámina 3-Número 1

Ammonia beccarii parkinsoniana (D'Orbigny, 1839)

Lámina 3-Número 2

Familia **ELPHIDIIDAE** Galloway, 1933

Subfamilia **ELPHIDIINAE** Galloway, 1933

Género *Elphidium* De Montfort, 1808

Elphidium advenum (Cushman, 1922)

Denominación original: *Polystomella advena* Cushman, 1922

Lámina 4-Número 6

Elphidium crispum (Linné, 1758)

Denominación original: *Nautilus crispum* Linné, 1758

Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)

Denominación original: *Nautilus macellum* Fichtel & Moll, 1798

Orden **ROBERTINIDA** Loeblich & Tappan, 1984

Superfamilia **CERATOBULIMINACEA** Cushman, 1927

Familia **CERATOBULIMINIDAE** Cushman, 1927

Subfamilia **CERATOBULIMININAE** Cushman, 1927

Género *Lamarckina* Berthelin, 1881

Lamarckina excavata (D'Orbigny, 1839)

Denominación original: *Valvulina excavata* D'Orbigny, 1839

Lámina 4-Número 16

Lamarckina scabra (Brady, 1884)

Denominación original: *Pulvinulina oblonga* var. *scabra* Brady, 1884

Lámina 4-Números 14,15

Género *Saintclairoides* McCulloch, 1981

Saintclairoides marlysaе Mc Culloch, 1981

Lámina 5-Número 6

7.3. ESPECIES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS

Orden **GLOBIGERINIDA** Delage & Herouard, 1896

Superfamilia **GLOBOROTALIACEA** Cushman, 1927

Familia **GLOBOROTALIIDAE** Cushman, 1927

Género *Globorotalia* Cushman, 1927

Globorotalia crassaformis (Galloway & Wissler, 1927)

Denominación original: *Globigerina crassaformis* Galloway & Wissler, 1927

Globorotalia hirsuta (D'Orbigny, 1839)

Denominación original: *Rotalina hirsuta* D'Orbigny, 1839

Lámina 6-Número 7

Globorotalia inflata (D'Orbigny, 1839)

Denominación original: *Globigerina inflata* D'Orbigny, 1839

Lámina 6-Número 8

Globorotalia menardii (Parker, Jones & Brady, , 1865)

Denominación original: *Rotalia menardii* Parker, Jones & Brady, , 1865

Sinonimia: *Globorotalia cultrata*, D'Orbigny, 1826

Lámina 6-Número 9

Lámina 7-Número 8



Globorotalia scitula (Brady, 1882)

Denominación original: *Pulvinulina scitula* Brady, 1882

Lámina 6-Número 10

Género *Truncorotalia* Cushman & Bermúdez, 1949

Truncorotalia truncatulinoides (D'Orbigny, 1839)

Denominación original: *Rotalina truncatulinoides* D'Orbigny, 1839

Lámina 6-Número 11

Género *Turborotalia* Cushman & Bermúdez, 1949

Turborotalia humilis (Brady, 1884)

Denominación original: *Truncatulina humilis* Brady, 1884

Lámina 6-Número 15

Turborotalia quinqueloba (Natland, 1938)

Denominación original: *Globigerina quinqueloba* Natland, 1938

Lámina 6-Número 16

Familia **PULLENIATINIDAE** Cushman, 1927

Género *Pulleniatina* Cushman, 1927

Pulleniatina obliquiloculata (Parker & Jones, 1865)

Denominación original: *Pullenia obliquiloculata* Parker & Jones, 1865

Lámina 6-Números 13, 14

Superfamilia **GLOBIGERINACEA** Carpenter, Parker & Jones, 1862

Familia **GLOBIGERINIDAE** Carpenter, Parker & Jones, 1862

Subfamilia **GLOBIGERININAE** Carpenter, Parker & Jones, 1862

Género *Globigerina* D'Orbigny, 1826

Globigerina bulloides (D'Orbigny, 1826)

Lámina 6-Número 5

Globigerina falconensis Blow, 1959

Lámina 6-Número 6

Género *Globigerinella* Cushman, 1927

Globigerinella obesa (Bolli, 1957)

Denominación original: *Globorotalia obesa* Bolli, 1957

Género *Globigerinoides* Cushman, 1927

Globigerinoides ruber (D'Orbigny, 1839)

Denominación original:

Lámina 6-Números 3, 4

Globigerinoides sacculifer (Brady, 1877)

Denominación original: *Globigerina sacculifera* Brady, 1877

Lámina 6-Número 1

Subfamilia **ORBULININAE** Schultze, 1854

Género *Orbulina* D'Orbigny, 1839

Orbulina universa D'Orbigny, 1839

Lámina 6-Número 12

LÁMINA I

Número 1 *Adelosina* sp.

Número 2 *Adelosina laevigata* D'Orbigny, 1826

Número 3 *Articulina mucronata* (D'Orbigny, 1839)

Número 4 *Articulina pacifica* Cushman, 1944

Número 5 *Hauerina speciosa* (Karrer, 1868)

Número 6 *Laevipeneroplis carinatus* (D'Orbigny, 1839)

Número 7 *Laevipeneroplis pertusus* (Forskål, 1775)

Número 8 *Laevipeneroplis planatus* (Fichtel & Moll, 1798)

Número 9 *Miliolinella* aff. *circularis*

Número 10 *Massilina secans* (D'Orbigny, 1826)

Número 11 *Miliolinella circularis* var. *sublineata* (Brady, 1884)

Número 12 *Miliolinella subrotunda hauerinoides* (Rhumbler, 1936)

Número 13 *Miliolinella webbiana* (D'Orbigny, 1839)

Número 14 *Pyrgo elongata* (D'Orbigny, 1826)

Número 15 *Pyrgo canariensis* (D'Orbigny, 1839)

Número 16 Detalle de la boca de *Pyrgo canariensis* (D'Orbigny, 1839)

Lámina I

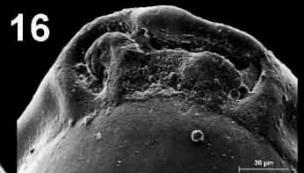
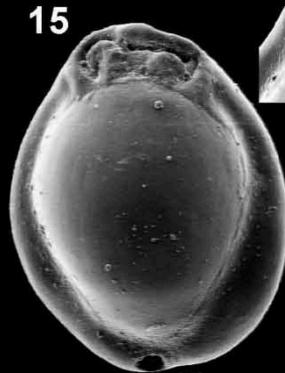
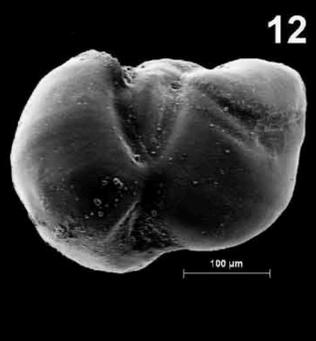
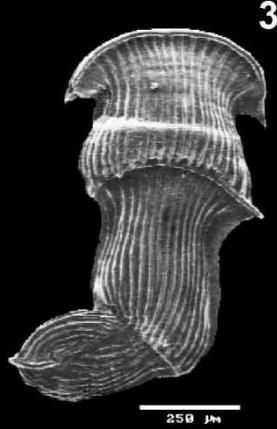
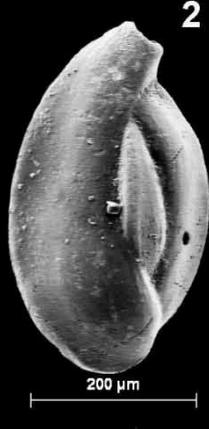


LÁMINA II

- Número 1 *Quinqueloculina agglutinans* D'Orbigny, 1839
Número 2 *Quinqueloculina berthelotiana* D'Orbigny, 1839
Número 3 *Quinqueloculina quadrata* Nörvang, 1945
Número 4 *Adelosina disparilis* (D'Orbigny, 1825)
Número 5 *Quinqueloculina lamarckiana* D'Orbigny, 1839
Número 6 *Quinqueloculina lata* Terquem, 1876
Número 7 *Quinqueloculina undulata* D'Orbigny, 1852
Número 8 *Quinqueloculina vulgaris* D'Orbigny, 1826
Número 9 *Sigmolina grata* (Terquem, 1878)
Número 10 *Spiroloculina communis* Cushman & Todd, 1944
Número 11 *Spiroloculina cymbium* D'Orbigny, 1839
Número 12 *Spiroloculina venusta* Cushman & Todd, 1944
Número 13 *Triloculina affinis* D'Orbigny, 1852
Número 14 *Triloculina rotunda* D'Orbigny, 1893
Número 15 *Triloculina trigonula* (Lamarck, 1804)
Número 16 *Wiesnerella auriculata* (Egger, 1893)

Lámina II

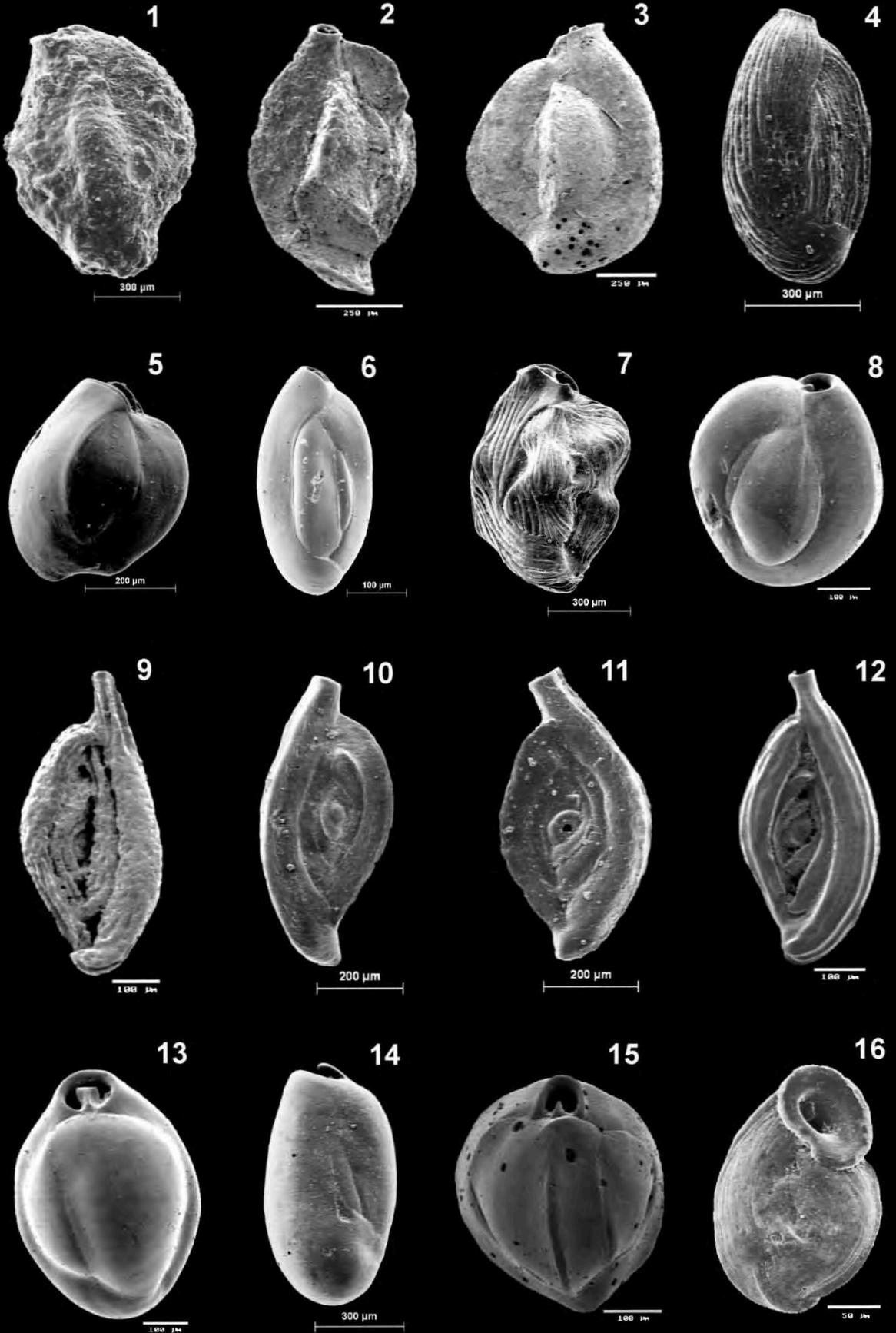


LÁMINA III

- Número 1 *Ammonia beccarii* (Linné, 1758)
Número 2 *Ammonia beccarii* (Linné) var. *parkinsoniana* (D'Orbigny, 1839)
Número 3 *Amphicoryna scalaris* (Batsch, 1791)
Número 4 *Amphistegyna lessonii* D'Orbigny, 1826
Número 5 *Angulegerina angulosa* (Williamson, 1858)
Número 6 *Angulodiscorbis charlesensis* (McCulloch, 1977)
Número 7 *Asterigerinata mamilla* (Williamson, 1858)
Número 8 *Astrononion stelligerum* (D'Orbigny, 1839)
Número 9 *Bolivina pseudoplicata* HeronAllen & Earland, 1930
Número 10 *Bolivina punctata* D'Orbigny, 1839
Número 11 *Bulimina costata* D'Orbigny, 1852
Número 12 *Bulimina elongata* D'Orbigny, 1846
Número 13 *Bulimina marginata* D'Orbigny, 1826
Número 14 *Cancris auricula* (Fichtel & Moll, 1798). Cara dorsal
Número 15 *Cancris auricula* (Fichtel & Moll, 1798). Cara ventral
Número 16 *Cassidulina crassa* D'Orbigny, 1839
Número 17 *Cassidulina subglobosa* Brady, 1881

Lámina III

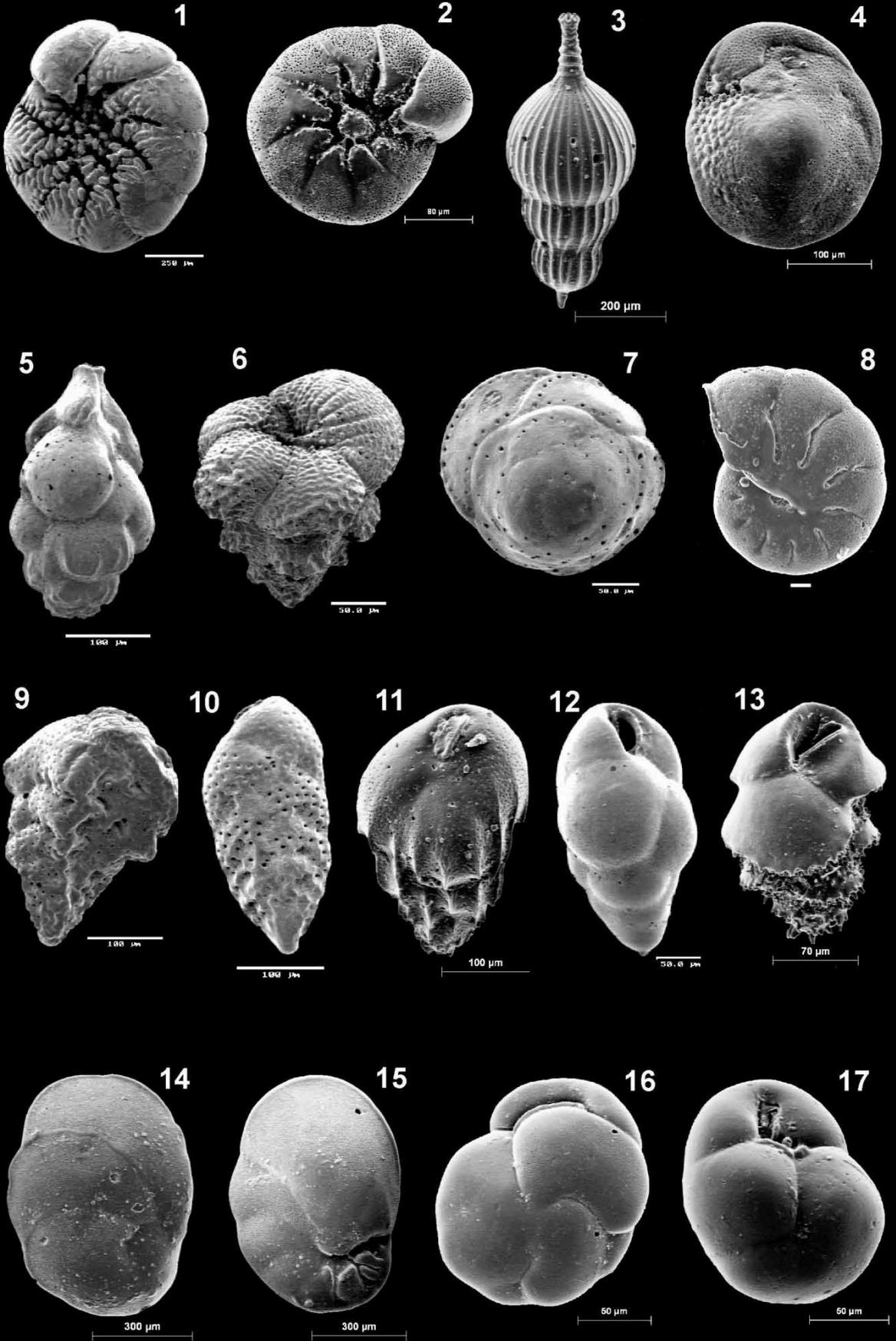


LÁMINA IV

- Número 1 *Cibicides refulgens* Montfort, 1808. Cara dorsal
Número 2 *Cibicides refulgens* Montfort, 1808. Cara ventral
Número 3 *Cushmanina* sp.
Número 4 Detalle de la boca de *Cushmanina* sp.
Número 5 Detalle de la ornamentación de *Cushmanina* sp.
Número 6 *Elphidium advenum* (Cushman, 1922)
Número 7 *Dentalina communis* (D'Orbigny, 1826)
Número 8 *Favulina hexagona* (Williamson, 1848)
Número 9 *Fissurina laevigata* Reuss, 1850
Número 10 *Fissurina orbignyana* Seguenza, 1862
Número 11 *Hopkinsina bononiensis* (Fornasini, 1888)
Número 12 *Glabratella opercularis* (D'Orbigny, 1839). Cara dorsal
Número 13 *Glabratella opercularis* (D'Orbigny, 1839). Cara ventral
Número 14 *Lamarckiana scabra* (Brady, 1884). Cara dorsal
Número 15 *Lamarckiana scabra* (Brady, 1884). Cara ventral
Número 16 *Lamarckiana excavata* (D'Orbigny, 1839)
Número 17 *Lenticulina cultrata* (Montfort, 1801)
Número 18 *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob, 1798)
Número 19 *Margilunina webbiana* D'Orbigny, 1839

Lámina IV

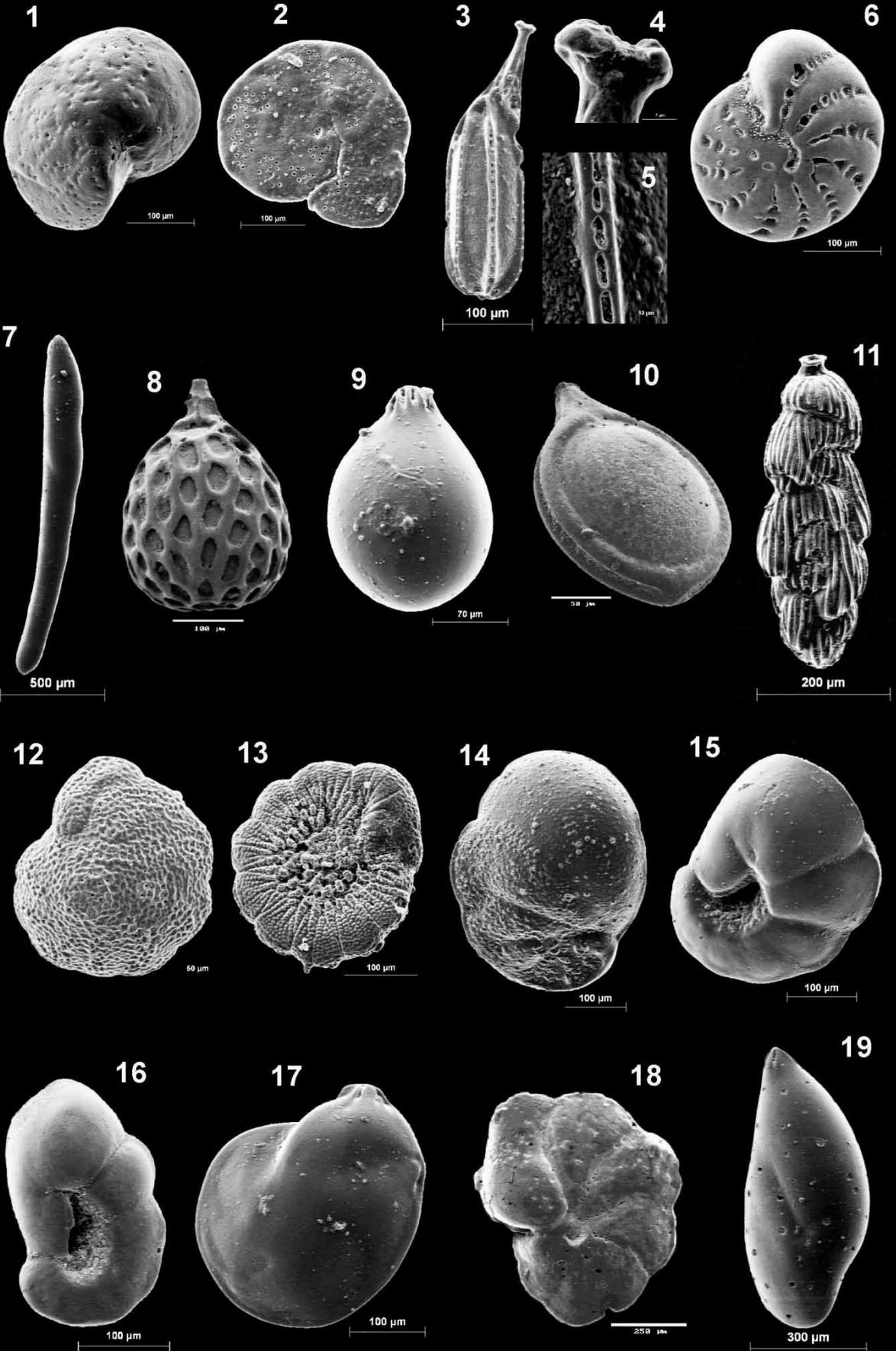


LÁMINA V

Número 1 *Oolina melo* D'Orbigny, 1839

Número 2 *Patellina corrugata* Williamson, 1858

Número 3 *Rosalina vilardeboana* D'Orbigny, 1839. Cara dorsal

Número 4 *Rosalina vilardeboana* D'Orbigny, 1839. Cara ventral

Número 5 *Saintclairoides marlysaе* Mc Culloch, 1981. Cara dorsal

Número 6 *Saintclairoides marlysaе* Mc Culloch, 1981. Cara ventral

Número 7 *Siphonina reticulata* (Czjzek, 1848)

Número 8 *Stomartobina concentrica* (Parker & Jones, 1864)

Número 9 *Eggelleroides scabrum* (Williamson, 1859)

Número 10 *Gaudryina rudis* Wright, 1900

Número 11 *Rhabdammina* sp.

Número 12 *Textularia sagittula* Defrance, 1824

Número 13 *Textularia agglutinans* D'Orbigny, 1839

Número 14 *Textularia pseudogramen* Chapman & Parr, 1937

Número 15 *Trochammina inflata* (Montagu, 1808)

Lámina V

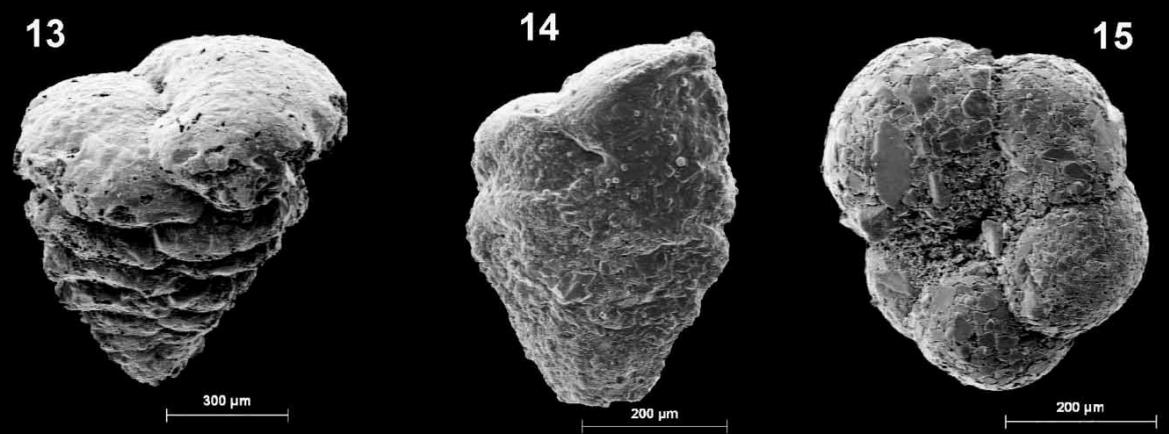
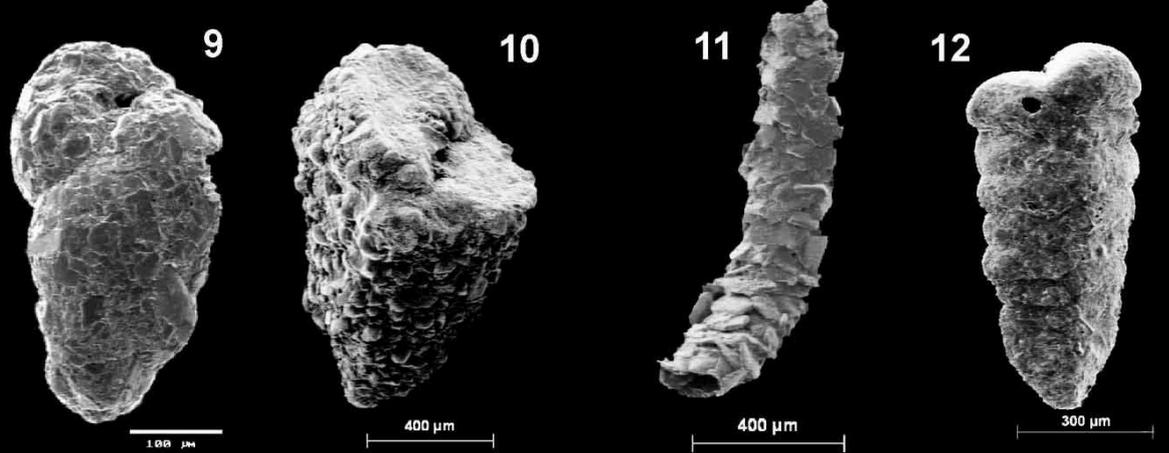
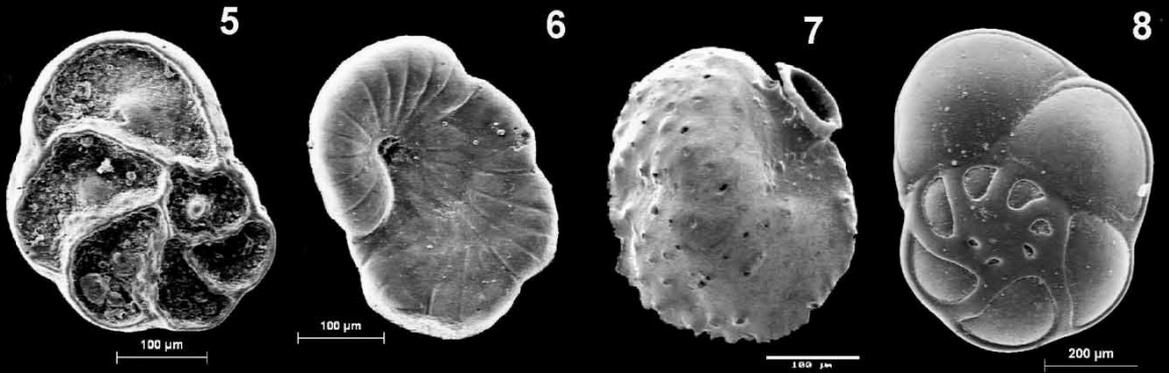
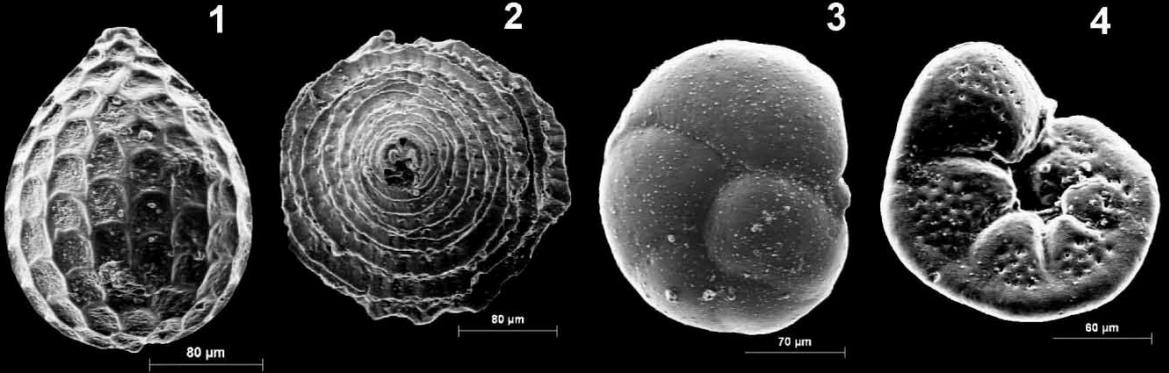


LÁMINA VI

- Número 1 *Globigerinoides sacculifer* (Brady, 1877)
- Número 2 Detalle de la ornamentación de *Globigerinoides sacculifer* (Brady, 1877)
- Número 3 *Globigerinoides ruber* (D'Orbigny, 1839)
- Número 4 *Globigerinoides ruber* (D'Orbigny, 1839)
- Número 5 *Globigerina bulloides* (D'Orbigny, 1826)
- Número 6 *Globigerina falconensis* Blow, 1959
- Número 7 *Globorotalia hirsuta* (D'Orbigny, 1839)
- Número 8 *Globorotalia inflata* (D'Orbigny, 1839)
- Número 9 *Globorotalia menardii* (D'Orbigny, 1826)
- Número 10 *Globorotalia scitula* (Brady, 1882)
- Número 11 *Globorotalia truncatulinoides* (D'Orbigny, 1839)
- Número 12 *Orbulina universa* D'Orbigny, 1839
- Número 13 *Pulleniatina obliquiloculata* (Parker & Jones, 1865). Cara dorsal
- Número 14 *Pulleniatina obliquiloculata* (Parker & Jones, 1865). Cara ventral
- Número 15 *Turborotalia humilis* (Brady, 1884)
- Número 16 *Turborotalia quinqueloba* (Natland, 1938)

Lámina VI

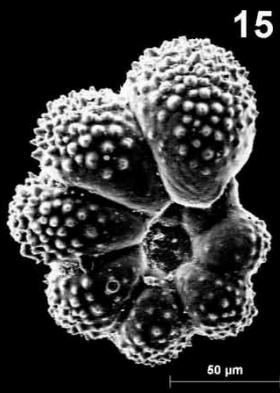
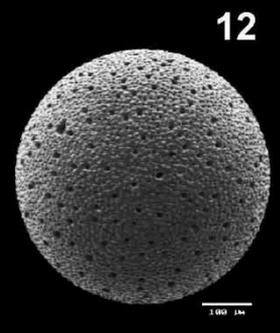
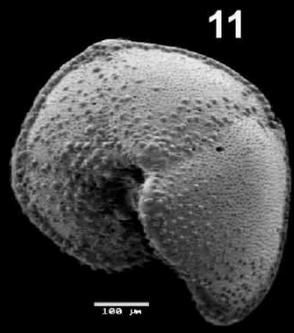
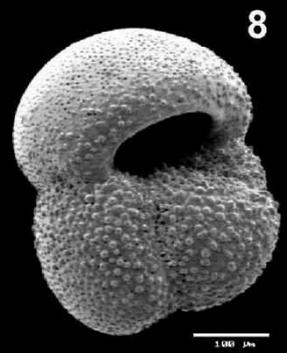
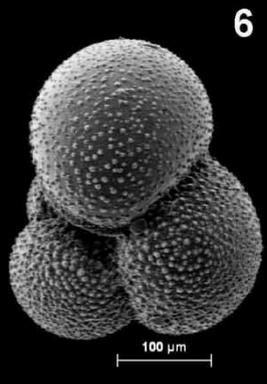
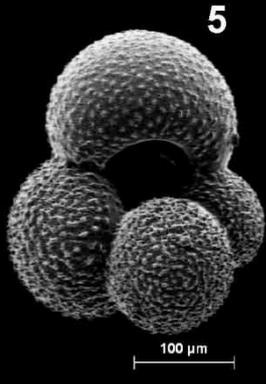
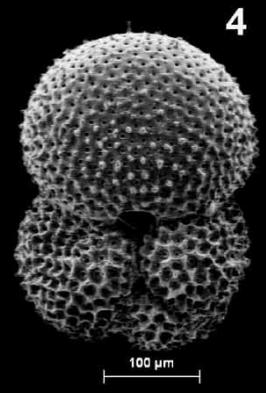
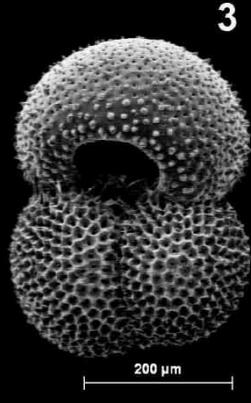
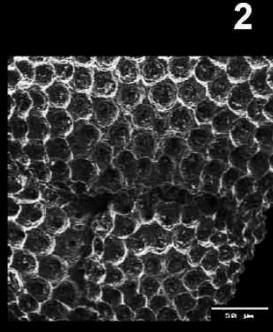


LÁMINA VII

- Número 1 *Amphicoryna scalaris* (Batsch, 1791)
Número 2 *Asterigerinata mamilla* (Williamson, 1858)
Número 3 *Bulimina marginata* D'Orbigny, 1826
Número 4 *Cushmanina* sp.
Número 5 *Cancris auricula* (Fichtel & Moll, 1798). Cara dorsal
Número 6 *Cancris auricula* (Fichtel & Moll, 1798). Cara ventral
Número 7 *Dentalina communis* (D'Orbigny, 1826)
Número 8 *Globorotalia menardii* (D'Orbigny, 1826)
Número 9 *Hopkinsina bononiensis* (Fornasini, 1888)
Número 10 *Margilunina webbiana* D'Orbigny, 1839
Número 11 *Pyrgo canariensis* (D'Orbigny, 1839)
Número 12 *Pyrgo elongata* (D'Orbigny, 1826)
Número 13 *Quinqueloculina agglutinans* D'Orbigny, 1839
Número 14 *Stomartobina concentrica* (Parker & Jones, 1864). Cara dorsal
Número 15 *Stomartobina concentrica* (Parker & Jones, 1864). Cara ventral
Número 16 *Textularia pseudogramen* Chapman & Parr, 1937

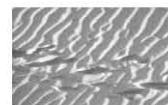
Lámina VII





CAPÍTULO VIII

**SÍNTESIS Y
CONCLUSIONES**



Este trabajo representa el más amplio realizado hasta la fecha en Canarias sobre foraminíferos. En total se han contabilizado 130 especies distintas, de las que más del 50% son citadas por primera vez para Canarias, lo que ha permitido aumentar de forma significativa el banco de datos de biodiversidad de Canarias. Este era uno de los objetivos concretos de esta Tesis.

Además, al menos 3 de estas especies, *Cushmanina sp.*, *Miliolinella aff. subrotunda* y *Miliolinella aff. circularis* son posiblemente nueva especie para la Ciencia y quedan pendientes de una revisión más exhaustiva.

Estos resultados permiten que se abra una puerta para el desarrollo de una nueva línea de investigación en Canarias, que constituía también uno de los objetivos concretos planteados al comienzo de este trabajo.

Por otra parte, se aportan nuevos datos que permiten entender mejor la génesis y evolución de este complejo sistema sedimentario, y en particular acotar las fechas en las que pudo haberse generado tal y cómo lo conocemos hoy en día, lo que da respuesta a otro de los objetivos de este estudio.

Partiendo de la utilización de los foraminíferos como una herramienta aplicada al campo de la sedimentología, en este trabajo se pone de manifiesto el interés del estudio de las relaciones entre el contenido de estos organismos en los sedimentos y los parámetros sedimentológicos analizados. Por un lado se amplían los conocimientos sobre dichos organismos y por otro, se aportan datos sobre el medio en el que se trabaja.

8.1. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE FORAMINÍFEROS

El principal objetivo de este trabajo era ampliar el conocimiento que tenemos sobre Maspalomas. Para llevar a cabo el estudio integral de todo el sistema, se tuvieron en cuenta los distintos ambientes sedimentarios que lo integran (plataforma, playas, dunas, lagoon costero y materiales subyacentes), así como sus posibles interrelaciones. El nexo de unión entre dichos ambientes son los foraminíferos presentes en el sedimento.

Los resultados obtenidos del estudio del contenido en foraminíferos de las muestras procedentes de la plataforma de Maspalomas, reflejan el ambiente oceánico de aguas abiertas y bien oxigenadas en el que nos encontramos.

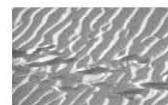
La asociación dominante en la plataforma queda conformada por las especies *Quinqueloculina berthelotiana*, *Quinqueloculina quadrata*, y *Bolivina pseudoplicata*, siendo la especie planctónica más abundante *Globigerinoides ruber*. A pesar de que las especies dominantes son de caparazónaporcelanado, el mayor número de especies poseen caparazón hialino.

La profundidad marca claramente la diferencia en la composición de especies de foraminíferos en la plataforma, dando lugar a la división de las muestras en dos grandes grupos. Sin embargo, dentro de uno de estos grupos, se encuentran diferencias que se deben en parte a la profundidad, pero también a las características sedimentológicas. Así, el análisis de correspondencias canónicas muestra que existe una relación entre las características del sedimento y las preferencias de hábitat de determinadas especies de foraminíferos.

La mayoría de las especies que poseen un caparazón del tipo hialino se relacionan con sedimentos finos y una baja concentración de carbonatos. Por el contrario, aquellas de caparazónaporcelanado están más relacionadas con sedimentos gruesos y más carbonatados. Este tipo de relación entre las asociaciones de foraminíferos y las características del sedimento es de enorme interés y utilidad en estudios paleontológicos y ecológicos.

De las muestras estudiadas, la fracción de sedimentos más reciente ha sufrido un enriquecimiento en minerales terrígenos y finos, a la vez que ha mejorado el sorting. Estas diferencias en los materiales seguramente están relacionadas con los aportes de terrígenos procedentes de los barrancos, que hoy en día, se producen fundamentalmente en las grandes avenidas provocadas por los temporales de invierno, las cuales arrastran enormes cantidades de sedimentos finos hasta el mar. Sin embargo, también cabe la posibilidad de que en la actualidad haya una disminución de materiales carbonatados debido a la menor formación de partículas carbonatadas (en el caso de Canarias sólo podrían ser de origen orgánico), lo que explicaría la baja biocenosis encontrada así como la diferencia en diversidad entre ambos niveles.

Las especies de foraminíferos más abundantes en las muestras de playa son *Cibicides refulgens* Montfort, *Quinqueloculina berthelotiana* D'Orbigny y *Quinqueloculina quadrata* Nörvang.



El 60% de los caparazones de foraminíferos encontrados en las muestras procedentes de las dunas pertenecen a las especies *Cibicides refulgens* Montfort, *Quinqueloculina berthelotiana* D'Orbigny y *Quinqueloculina quadrata* Nörvang, las mismas que para las muestras de playa.

Como se puede comprobar, dos de las tres especies de las respectivas asociaciones dominantes coinciden en los tres ambientes, lo que indica que hoy día hay un cierto aporte de sedimentos al sistema de playas y dunas de Maspalomas desde la plataforma somera. Sin embargo, esta entrada de materiales es muy pequeña.

Durante este proceso de aportes tiene lugar una cierta diferenciación en el tipo de caparazón, observándose un enriquecimiento paulatino en los caparazones de tipo aporcelanado, que pasan del 36% en la plataforma al 47% en playas y 53% en las dunas. Este enriquecimiento es a costa de los caparazones de tipo aglutinado, que siendo de un 10% en la plataforma son inexistentes en playas y dunas, así como de los de tipo hialino, que experimentan una leve merma del 54 al 53 y 47% entre la plataforma, playas y dunas respectivamente. Esta diferenciación podría estar relacionada con los distintos tipos de caparazón, los cuales presentan un comportamiento diferenciado frente a los procesos tafonómicos.

Por lo que respecta a las muestras de la Charca, el 82% del total de foraminíferos encontrados se encuentran distribuidos en las especies que forman la asociación dominante, formada por *Miliolinella subrotunda hauerinoides* (Rhumbler), *Ammonia beccarii* (Linné), *Miliolinella* aff. *circularis*, *Miliolinella* aff. *subrotunda* y *Rosalina vilardeboana* d'Orbigny. En el caso del estudio de la biocenosis hay una única especie dominante que es *Ammonia beccarii* (Linné).

Ninguna de las especies indicadas forma parte de las asociaciones dominantes de la plataforma, playas y dunas, lo que indica que la Charca de Maspalomas forma un ambiente claramente diferenciado de su entorno. De hecho, las especies *Miliolinella subrotunda hauerinoides*, *Miliolinella* aff. *circularis* y *Miliolinella* aff. *Subrotunda* son exclusivas de la Charca.

La extremadamente baja presencia de foraminíferos del tipo aglutinado en la Charca podría estar relacionada con altas concentraciones bacterianas o bien con algún tipo de contaminante que afecte al cemento orgánico de sus caparazones y por tanto, no permita o limite el desarrollo de estos organismos.

El 73% de la biocenosis encontrada en la Charca está representada por *Ammonia beccarii*. Esta especie tiene unas marcadas tendencias eurihalinas, presenta una alta

tolerancia a las concentraciones de contaminantes y es considerada una especie anaerobia facultativa. Todo ello hace pensar que en la época que se realizó el muestreo la Charca estaba eutrofizada, como ya plantearan otros autores años antes (Almunia, 1998).

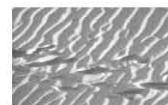
Algunos de los foraminíferos encontrados en la Charca presentan caparazones anormales con deformaciones en las cámaras, lo que podría estar indicando la presencia de sustancias contaminantes. Teniendo en cuenta esto y la abundancia de *Ammonia becarii*, no se descarta la contaminación de los sedimentos de la Charca por productos fitosanitarios, infiltraciones de aguas residuales u otros.

La presencia en la Charca de especies como *Elphidium repandus*, *Elphidium macellum*, *Cibicides refulgens*, *Massilina secans*, *Quinqueloculina berthelotiana* y *Quinqueloculina quadrata*, todas ellas de carácter eminentemente marino, estaría indicando un aporte de foraminíferos desde la plataforma y playas, probablemente relacionado con eventos de *overwash*. No obstante, estas especies son claramente minoritarias y normalmente su presencia se limita a los testigos PL y CH1, tomados a ambos extremos de la barra de arena que separa la Charca del océano, por lo que los aportes de sedimentos marinos apenas llegan a la zona interna de la Charca.

En lo concerniente a los materiales subyacentes, el estudio sedimentológico realizado ha permitido identificar dos paquetes sedimentarios claramente diferenciados.

En el paquete inferior, que se encuentra entre los 9 y 19 m de profundidad, las especies de foraminíferos más abundantes son *Asterigerinata mamilla* (Williamson), *Bolivina pseudoplicata* Heron Allen & Earland, *Cibicides refulgens* Montfort, *Quinqueloculina berthelotiana* d'Orbigny y *Quinqueloculina quadrata* Nörvang, estando todos los ejemplares en perfecto estado de conservación. En el caso del paquete superior (desde la superficie a los 8 m de profundidad) la especie más abundante con diferencia es *Cibicides refulgens* Montfort que supera el 40%, seguida de *Elphidium advenum* (Cushman), *Quinqueloculina berthelotiana* d'Orbigny y *Quinqueloculina quadrata* Nörvang. En este caso el análisis tafonómico muestra un escaso grado de conservación de los caparazones, que presentan una coloración opaca, relleno y signos de abrasión importantes.

Estas significativas diferencias en los microfósiles de ambos niveles se corresponden con las observadas en los análisis sedimentológicos efectuados a las muestras, y tienen una importancia clave para explicar la génesis de este complejo sistema sedimentario.



8.2 APORTACIONES AL ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE MASPALOMAS

El segundo gran objetivo de este trabajo era aportar nuevos datos que permitiesen profundizar en la génesis y evolución de este ambiente tan peculiar y emblemático de Gran Canaria. Como ya es sabido, Maspalomas, el principal reclamo turístico de la isla, presenta un equilibrio sedimentario muy frágil que depende del transporte de sedimentos hacia y desde la plataforma.

A partir de los resultados obtenidos sabemos que existe una gradación en los primeros centímetros de los sedimentos de la plataforma, mostrando la parte superficial un enriquecimiento en materiales terrígenos y finos, a la vez que un mejor sorting que la muestra más profunda. Aunque no podemos saber qué tiempo ha transcurrido entre la sedimentación de los 6 cm que separan la muestra inferior de la superior en cada uno de los box-corer analizados, estos resultados permiten afirmar que no han habido procesos de removilización y consiguiente homogenización en esos primeros centímetros del lecho marino en épocas recientes.

Por otro lado, la distribución encontrada en el caso de los foraminíferos planctónicos indica que no se está produciendo un transporte desde las zonas profundas a zonas más someras, lo que apunta a que los sedimentos que encontramos en la plataforma no están siendo transportados de forma efectiva hacia la costa y los posibles aportes son puntuales e insignificantes en comparación con las pérdidas por erosión.

Igualmente se ha visto que las playas de El Inglés y Maspalomas no se relacionan desde el punto de vista composicional con las playas circundantes, lo que confirma lo expuesto por Alonso *et al.* (2008). Por tanto, en la actualidad no reciben aportes ni desde las playas situadas al Este ni al Oeste.

Esto nos lleva a la formación del sistema tal y como lo conocemos hoy en día. Por lo que sabemos, Maspalomas es un sistema que se ha ido formando a lo largo del tiempo mediante la acumulación de materiales aluviales que han dado lugar a diferentes terrazas sedimentarias. En la más inferior de estas terrazas se asienta el actual campo de dunas, formado por sedimentos procedentes de la plataforma (IGTE, 1990).

Tradicionalmente se ha creído que las dunas que hoy forman Maspalomas son producto de la acumulación de arenas a partir de una regresión marina a finales de la glaciación Würm, que permitiría el ascenso de las mismas desde el fondo marino

y su posterior removilización por efecto del viento (Klug, 1968; Naranjo, 1999; Hernández, 2002).

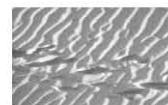
Aunque no existen dataciones absolutas de los materiales que afloran en el interior del campo de dunas, Mangas *et al.* (2007) describe formaciones de calcarenitas cementadas que atribuye al Pleistoceno Superior, así como eolianitas holocenas (véase Fig. 2.4 en capítulo II), lo que indica que en distintos momentos de la historia geológica de Maspalomas ha habido grandes aportes de arenas marinas intercalados en los depósitos de carácter aluvial.

Por otro lado la existencia de una serie de barras de cantos del Erbanense (1000-4000 BP) (IGTE, 1990), que afloran en el campo de dunas de Maspalomas revelan que en ese periodo la posición de la costa no era la misma que la actual. La morfología de bermas, así como la forma y tamaño de los cantos encontrados en estas barras, indican que estos depósitos fueron formados por la acción del mar como consecuencia de eventos de tormenta (Alonso *et al.*, 2009). Estas barras están indicando, por tanto, la posición de la costa en el momento de su formación, lo que implica que no podía existir la parte más oriental del campo de dunas.

Así, podemos imaginar para esta época un panorama en el que pudiera o no haber arenas, pero que de haberlas estarían hacia lo que hoy es el interior del sistema, en las inmediaciones del actual campo de golf y hacia la terraza alta de El Inglés. La costa sería pedregosa con una playa de cantos, y el límite oriental de la terraza de El Inglés sería un acantilado que daba al mar.

Esto explicaría el hecho de que los aborígenes establecieran un asentamiento costero en el interior de lo que hoy es el campo de dunas. Este yacimiento arqueológico, recogido en la Carta Arqueológica del Término Municipal de San Bartolomé de Tirajana, consiste en un conchero en el que se encuentran numerosos restos de conchas de moluscos que únicamente pudieron ser recolectadas en una costa tipo rocosa y/o pedregosa. Según Naranjo (1999) el constante movimiento de las dunas podría haberlo sepultado, con lo que hoy en día es sólo visible parcialmente. Este yacimiento sólo pudo establecerse en una época en la que las dunas no representaran una amenaza, de modo que, de existir, se encontrarían lo suficientemente alejadas.

Un panorama parecido sería el que pudo ver Leonardo Torriani en 1590, que dibuja una costa redondeada con unos puntitos en la orilla, que podrían ser cantos, y una cadena de montañas perfectamente alineadas que por su morfología bien pudieran ser dunas. Asimismo, Torriani dibuja la desembocadura del barranco



de Fataga lineal y llena de vegetación a ambos márgenes, sin ninguna alusión o forma referente a una laguna o charca (véase figs. 2.10 ó 5.2).

Por otro lado, de acuerdo con los documentos históricos consultados y citados en el apartado 5.1.2, parece indudable que durante los siglos XVI-XVIII no existía un lagoon costero separado del mar. Merece la pena recordar la referencia de Viera y Clavijo, que en 1799 escribiera:

“[...] Es una marisma o lago de dos tiros de fusil, que en la embocadura de un barranco forma el mar, confundiéndose unas aguas con otras, y haciéndolas salobres [...]”

La formación de toda laguna costera requiere la presencia de una barra litoral que la separe de mar abierto. Este tipo de elementos geomorfológicos requieren de la existencia de un volumen de arenas considerable y condiciones de deriva litoral que permitan un transporte longitudinal de dicho material, y son independientes de la existencia de flujos de agua más o menos constantes desde tierra.

El que a finales del s. XVIII no existiera un lagoon costero solo puede obedecer a la ausencia del volumen de arenas que pudiese dar lugar a la barra. Por tanto, las grandes dunas que conocemos hoy en día lindando con la Charca y las arenas que encontramos en la playa de Maspalomas, o bien no existían, o bien aún no habían llegado hasta esta zona.

De acuerdo con los datos obtenidos a partir del estudio de los materiales subyacentes (capítulo 6), la costa tuvo que ir progradando hacia el Este, a base de materiales procedentes de las escorrentías del barranco de Fataga y en menor medida de aportes bioclásticos marinos. Esta progradación se produciría en unas condiciones mucho más favorables que las actuales, fundamentalmente por dos motivos:

- a) La configuración de la línea de costa permitiría que existiera aporte de materiales tanto por deriva litoral E-O en época de alisios como por deriva O-E en condiciones de temporales de componente suroeste. Sin embargo, la configuración costera actual impide la existencia de dichos aportes. (MMA, 2007).
- b) Los materiales procedentes de los barrancos serían mucho más importantes que en la actualidad, y no solo del barranco de Fataga, sino de todos los de la isla y en particular los de Tirajana y Arguineguín, cuyos

materiales podrían perfectamente llegar a la zona de estudio por deriva litoral.

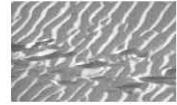
De este modo la zona que hoy es la playa de El Inglés sería una plataforma somera, que fue siendo paulatinamente rellenada de sedimentos. Sin embargo, en un momento dado, debió acontecer un evento tal, que hizo posible que una zona costera que tenía 6,5 m de profundidad, se colmatase debido a la acumulación repentina de un enorme volumen de sedimentos. Estos materiales serían bastante más antiguos y con unas características texturales y composicionales muy distintas a los que se habían depositado previamente, lo que representó un cambio brusco en las características del depósito.

Utilizando las dataciones se ha intentado ajustar la fecha de ese cambio en el depósito. Para ello, asumiendo que la tasa de sedimentación determinada a partir de las dos dataciones más profundas se mantuvo constante, se obtiene que dicho evento se habría producido entre los años 1720 y 1870.

Este evento cambiaría totalmente el aspecto de Maspalomas, ya que aportó una gran cantidad de arenas que generaron lo que en la actualidad es la punta de La Bajeta y la playa de El Inglés, y dieron lugar a la formación del campo de dunas tal y como lo conocemos hoy en día. Este proceso debió producirse de modo relativamente rápido.

Las fuentes históricas consultadas (véase apartado 2.3) permiten acercarnos más a la posible fecha en la que se habría empezado a formar el actual campo de dunas. En 1815, ni Christen Smith ni Leopold von Buch hacen mención a las dunas sino a las llanuras de Maspalomas. Sin embargo, 20 años después, P. B. Webb y S. Berthelot dibujan un mapa de la isla donde se muestra lo que podríamos interpretar como una gran superficie sedimentaria con elevaciones irregulares a modo de dunas. En 1857 Carl Bolle cita expresamente la presencia del campo de dunas y posteriormente en 1867, Fritsch von Karl, hace una cartografía general de la isla donde Maspalomas muestra un perfil costero bastante semejante al actual, si bien la punta de La Bajeta está muy recortada, de modo que la orientación de la playa del Inglés es NE-SO, mientras que hoy día es prácticamente N-S.

En 1876 León y Castillo hace una cartografía de detalle de la zona y en ella se puede observar un amplio campo de dunas y una barra de arena que, sin impedir la salida del agua del barranco de Fataga al mar, permite que se forme la Charca, con un aspecto muy parecido al actual.



Así, la formación del campo de dunas de Maspalomas, tal y como lo conocemos, debió acontecer entre los años 1815 y 1857. Sin embargo, el evento que originó la llegada masiva de los materiales debió producirse algo antes, probablemente entre los años 1800 y 1825, para que diese tiempo a que se formasen las dunas, que migrasen a través de la antigua plataforma aluvial y que se generara la barra que cierra la Charca. Este estrecho margen de fechas encaja perfectamente dentro del rango de años establecido a través de las dataciones.

- Albani, A.D., Favero, V. y Serandrei Barbero, R.** (1984). Benthonic foraminifera as indicators of intertidal environments, *Geo-Mar. Lett.* 4, 43–47.
- Alcántara-Carrió, J. Diz, P. Alejo, I. Francés, G. Alonso I. y Vilas F.** (2000). Contenido en foraminíferos de los depósitos eólicos del istmo de Jandía (Fuerteventura). *Geogaceta*, 27, 195-197.
- Alcántara-Carrió, J.** (1999). *Dinámica sedimentaria eólica en el istmo de Jandía (Fuerteventura): modelización y cuantificación del transporte*. Tesis doctoral (Inédita). Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 330 pp.
- Alcántara-Carrió, J. y Fontán, A.** (2009). Factors controlling the morphodynamics and geomorphologic evolution of a cusplate foreland in a volcanic intraplate island (Maspalomas, Canary Islands) *Journal of Coastal Research Special Issue* 56 (1), 683-687.
- Alcántara-Carrió, J., Fernández-Bastero, S. and Alonso, I.** (2010). Source area determination of aeolian sediments at Jandía Isthmus (Fuerteventura, Canary Islands). *Journal of Marine Systems* 80 (3-4), 219-234.
- Alejo, I., Austin, W.E.N., Francés, G., Villas, F.** (1999). Preliminary investigations of the recent foraminifera of Baiona Bay, N.W. Spain. *Journal of Coastal Research*, 15 (2), 413-427.
- Almunia, F. J.** (1998). *Estudio de las características tróficas y modelización del ecosistema de la Charca de Maspalomas*. Tesis Doctoral (Inédita). Departamento de Biología, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 242.
- Alonso, I., Montesdeoca, I., Vivares, A. y Alcántara-Carrió, J.** (2001a). Aproximación a la modelización de la dinámica litoral de las playas de El Inglés y Maspalomas (Gran Canaria). *Vector Plus*, 18, 17-27.
- Alonso, I., Montesdeoca, I., Vivares, A. y Alcántara-Carrió, J.** (2001b). Variabilidad granulométrica y de la línea de costa en las playas de El Inglés y Maspalomas (Gran Canaria). *Geotemas*, 3 (1), 39-42.
- Alonso, I., Sánchez- Pérez, I., Cabrera L., Benavides, A., Alcántara-Carrió, J. y Usera, J.** (2006). Decadal evolution of a costal dune field and adjacent beach at North of Fuerteventura (Canary Islands, Spain). *Journal of Coastal Research*, Special Issue 39, 198-203.

- Alonso, I., Sánchez- Pérez, I., Rodríguez, S., Pejenaute, I., Hernández, L. y Cabrera L.** (2007). Alteraciones producidas por *Traganum moquini* en la dinámica eólica. En: *Proc. Int. Conf. Management and Restoration of Coastal Dunes, ICCD'07*.
- Alonso, I., Mangas, J., Medina, R.** (2008). Sedimentología, hidrología y geomorfología del campo de dunas de Maspalomas. En: *Itinerarios Geológicos por las Islas Canarias. Gran Canaria* (Eds. Pérez Torrado, F.J. y Cabrera, M.C.). Sociedad Geológica de España, Geo-Guías, 5, 121-136.
- Alonso, I., Sánchez-Pérez, I. y Rodríguez, S.** (2009). Estudio de las barras de cantos que afloran en Maspalomas (Gran Canaria). Implicaciones sobre el origen del campo de dunas. *Proceeding II Intenational Symposium In Marine Sciences*. Vigo, 225-226.
- Alve, E.** (1995). Benthic foraminiferal distribution and recolonization of formerly anoxic environments in Drammensfjord, southern Norway. *Marine Micropaleontology*, 25, 169-186.
- Alve, E. y Murray, J.W.** (1994). Ecology and taphonomy of benthic foraminifera in a temperate mesotidal inlet. *Journal of Foraminiferal Research*, 24, 18-27.
- Alve, E. y Murray, J.W.** (1997). High benthic fertility and taphonomy of foraminifera: a case study of the Skagerrak, North Sea. *Marine Micropaleontology*, 31, 157-175.
- A.H.P.** (1999). *Fondo documental del Ingeniero Don Juan de León y Castillo*. Archivo Histórico Provincial de Las Palmas "Joaquín Blanco" (Ed.: Viceconsejería de Cultura y Deportes. Gobierno de Canarias). Las Palmas de Gran Canaria, CD-ROM.
- Bannerman, D. A.** (1922). *The Canary Island. Their history, natural history and scenery* (Eds. Gurney y Jackson). Londres y Edimburgo, 355 pp.
- Bannerman, D. A.** (1963). *Birds of the Atlantic islands. Volume one: A History of the Birds of the Canary Islands and of the Salvages* (Ed.: Oliver y Boyd). Edinburg, 326 pp.
- Barker-Webb, M.P. y Berthelot, S.** (1835). *Histoire naturelle des Isles Canaries*. En tomo II, 1: La géographie descriptive, la statistique et la géologie. Béthune, Paris, 413 pp.

- Benítez Padilla, S.** (1963). *Una breve excursión científica por Gran Canaria: itinerario geo-arqueológico de la isla a lo largo de sus dos principales carreteras*. Museo Canario. Las Palmas de Gran Canaria, 49 pp.
- Berkeley, A., Perry, C.T., Smithers, S.G. y Horton, B.P.** (2008). The spatial and vertical distribution of living (stained) benthic foraminifera from a tropical, intertidal environment, north Queensland, Australia. *Marine Micropaleontology* 69, 240–261.
- Berkeley, A., Perry, C.T. y Smithers, S.G.** (2009). Taphonomic signatures and patterns of test degradation on tropical, intertidal benthic foraminifera. *Marine Micropaleontology* 73, 148–163.
- Blott, S. y Pye, K.** (2001). GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms* 26, 1237-1248.
- Bolle, C.** (1857). Mein zweiter Beitrag zur Vogelkunde der canarischen Inseln. *Journal für Ornithologie*, 5, 29, 305-351.
- Boltovskoy, E.** (1991). On the destruction of foraminiferal tests (laboratory experiments). *Revue de Micropaléontologie*, 34, 19-25.
- Braun, J.G. y Molina, R.** (1984). El mar: El Atlántico en el área de Canarias. En: *Geografía de Canarias*. Ed. Interinsular Canaria. Tomo I: 18-28.
- Brunner, C.A. y Maniscalco, R.** (1998). Late Pliocene and Quaternary paleoceanography of the Canary Island región inferred from planktonic foraminifer assemblages of Site 953. En: *Proceeding of the Ocean Drilling Program, Scientific Result* (Eds. Weaver, P.P.E., Schmincke, H.U., Firth, J.V. and Duffield, W.), 157, 73-82.
- Canarias7** (1990). *Maspalomas, el ocaso de lo que fue el paraíso*. Jueves 23 de agosto de 1990.
- Castillo, C., Usera, J., Liché, D., De La Nuez, J. y Casillas, R.** (2002). Estudio preliminar de los foraminíferos de la formación volcánica submarina de La Palma (Islas Canarias). *II Congreso Ibérico de Paleontología / XVIII Jornadas de Paleontología de la Sociedad Española de Paleontología*. Salamanca, España. 29-30.

- Cearreta, A.** (1986). *Distribution and ecology of benthic foraminifera in the Rias of Santoña and San Vicente de la Barquera*. Tesis Doctoral (Inédita). University of Exeter (UK), 307 pp.
- Cearreta, A.** (1993). Palaeoenvironmental interpretation of Holocene coastal sequences in the southern bay of Biscay. *Geol Rundsch*, 82, 234-240.
- Cearreta, A., Irabien, M. J., Ulibarri, I., Yusta, I., Croudace I. W. y Cundy, A. B.** (2002). Recent Salt Marsh Development and Natural Regeneration of claimed Areas in the Plentzia Estuary, N. Spain. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54, 863–886.
- Cifelli, R. y Richardson, S. L.** (1990). A history of the classification of Foraminifera (1826-1933). *Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication*, 27, 1-119.
- Civis, J., Sierro, J.F. y Flores, J.A.** (1989). Nuevas tendencias de la Micropaleontología. En: *Paleontología, Nuevas Tendencias*. (Coord. E. Aguirre). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 341-358.
- Culver, S.J. y Horton, B.P.** (2005). Infaunal marsh foraminifera from the Outer Banks, North Carolina, U.S.A. *Journal of Foraminiferal Research*, 35, 148-170.
- Cundy, A. B., Croudace, I. W., Cearreta, A. y Irabien, M.J.** (2001). Reconstructing historical trends in metal input in heavily-disturbed, contaminated estuaries: studies from Bilbao, Southampton Water and Sicily. *Applied Geochemistry*, 18, 311-325.
- Debenay, J. P., Beck, B., Duleba, W., Bonetti, C., Eichler-Coelho, P.** (1998). Water stratification in coastal lagoons: its influence on foraminiferal assemblages in two Brazilian lagoons. *Marine Micropaleontology*, 35, 67–89.
- D'Orbigny, A.** (1826). Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. *Annales des Sciences Naturelles*, 7, 245-314.
- D'Orbigny, A.** (1839). Foraminifères des Iles Canaries. *Histoire Naturelle des Iles Canaries*, Tome 2, I Parte. P. B. Web y S. Berthelot.
- Donnici, S. y Barbero, R.S.** (2002). The benthic foraminiferal communities of the northern Adriatic continental shelf. *Marine Micropaleontology*, 44, 93-123.

- Dupré, M., Fumanal, M. P., Sanjaume, E., Santiesteban, C., Usera, J. y Viñals, M. J.** (1988). Quaternary evolution of the Pego coastal lagoon (Southern Valencia, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 68, 291-299.
- Estévez, E., Cabrera, M. C. y Sánchez-Vila, X.** (2008). Caracterización hidrogeológica de la Cuenca de Fataga, Gran Canaria. *Geotemas*, 10, 793-796.
- Fatela, F. y Taborda, R.** (2002). Confidence limits of species proportions in microfossil assemblages. *Marine Micropaleontology*, 45, 169-174.
- Fisher, R. A., Corbett, A. S. y Williams, C. B.** (1943). The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology*, 12, 42-58.
- Folk, R. L.** (1955). Student operator error in determination of roundness, sphericity, and grain size. *Journal of Sedimentary Petrology*, 25 (4), 297-301.
- Folk, R.L. y Ward, W.C.** (1957). Brazos river bar. A study in the significance of grain size parameters. *Journal Sedimentology Petrology*, 27, 3-26.
- Fontán, A. Albarracín, S. y Alcántara-Carrió, J.** (2009). Estudios de erosión en costas sedimentarias mediante GPS diferencial y ecosondas monohaz / multihaz. En: *Métodos en Teledetección Aplicada a la Prevención de Riesgos Naturales en el Litoral* (Eds. J. Alcántara-Carrió, I.D. Correa, F.I. Isla, M. Alvarado, A.H.F. Klein, A. Cabrera y R. Sandoval). CYTED. 100-122.
- Foucault, A. y Raoult, J.F.** (1985). Diagénesis de las arenitas: ejemplos del Cretácico, Terciario y Cuaternario de la zona de Bilbao. *Kobie*, 19, 85-103.
- Frenz, M., Wynn, R.B., Georgiopoulou, A., Bender, V.B., Hough, G., Masson, D.G., Talling, P.J., Cronin, B.T.** (2009). Provenance and pathways of late Quaternary turbidites in the deep-water Agadir Basin, northwest african margin. *International Journal of Earth Sciences*, 98 (4), 721-733.
- Fritsch, K. von** (1867). *Reisebilder von den Canarischen Inseln*. Austria, Ergänzungsband, 44 pp.
- Gao, S., Collins, M.** (1995). Net sand transport direction in a tidal inlet, using foraminiferal tests as natural tracers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 40 (6), pp. 681-697

- Goldstein, S. T. y Watkins, G. T.** (1999). Taphonomy of salt marsh foraminifera: an example from coastal Georgia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 149, 103-114.
- Greiner, G.O.G.** (1969). Recent benthonic foraminifera; environmental factors controlling their distribution. *Nature*, 223, 168-170.
- Grell, K. G.** (1973). *Protozoology*, Springer-Verlag, Berlin.
- Guerra-García, J. M. y García-Gómez, J. C.** (2008). Core manual versus draga van Veen en sedimentos intraportuarios: Estimación de sus eficiencias en el estudio de comunidades macrobentónicas. *Zoologica baetica*, 19, 57-69.
- Guillem, J. y Usera, J.** (2004). Estudio del sentido de enrollamiento en los foraminíferos bentónicos del marjal de Torreblanca (Castellón). *Revista Española de Paleontología*, 19 (1), 61-72.
- Guitan, F. y Carballas, T.** (1976). Carbonatos y sales salobres. En: *Técnicas de análisis de suelos* (Ed. Pico Sacro). Santiago de Compostela, España, 288 pp.
- Hippensteel, S. P. y Martin, R.E.** (1999). Foraminifera as an indicator of overwash deposit, Barrier Island sediment supply, and Barrier Island evolution: Folly Island, South Carolina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 149, 115-125.
- Hermosilla, M.** (1877). *Descripción topográfica, política y militar de la Isla de Gran Canaria, acabada en 1785*. Copia de Agustín Millares Torres, Museo Canario.
- Hernández, L.** (2002). *Análisis de la evolución del sistema de dunas de Maspalomas, Gran Canaria, Islas Canarias (1960-2000)*. Tesis Doctoral (Inédita). Departamento de Geografía, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 408 pp.
- Hernández, L. y Mangas, J.** (2004). Caracterización de los materiales sedimentarios aflorantes en el sistema de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias) En: *Procesos geomorfológicos y evolución costera*. (Eds.: Blanco-Chao, R. y otros). Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela, 67-81.
- Hernández, L.; Alonso, I.; Ruiz, P.; Pérez-Chacón, E.; Suárez, C. y Alcántara-Carrió, J.** (2002). Decadal environmental changes on the Dune Field of Maspalomas (Canary Islands): Evidences of an erosive tendency En: *Littoral. The changing Coast*, (Eds.: Veloso-Gomes, F., Taveira-Pinto, F. y Das Neves, L.). Eurocoast. Oporto, 519-527.

- Hernández, A. I., Pérez-Chacón, E. y Hernández, L.** (2006). Vegetation colonization processes related to a reduction in sediment supply to the coastal dune field of Maspalomas (Gran Canaria, Canary Islands, Spain). *Journal of Coastal Research*, Special Issue 48, 69-76.
- Hernández, L., Alonso, I., Sánchez-Pérez, I., Alcántara-Carrió, J. y Montesdeoca, I.** (2007). Shortage of sediments in Maspalomas dune field (Gran Canaria, Canary Islands) deduced from analysis of aerial photographs, foraminiferal content and sediment transport trends. *Journal of Coastal Research*, 23 (4), 993-999.
- Homann, J.** (1728). Statuum Maroccanorum. Karte von Marokko und den Kanaren. En: *Grosser Atlas*. Nürnberg.
- Hooke, R.** (1665). *Micrographia Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses, with Observations and Inquiries Thereupon: John Martyn and James Allestry, Printers*. London, 255 pp.
- Höllermann, P.** (1997). Windfeldstudien in Dünengebieten. *Erdkunde*, 51, 4, 277-291.
- ITGE.** (1990). Proyecto MAGNA. Memoria y mapa geológico de España, escala 1:25.000. 1114-III (83-86;83-87): Maspalomas. Madrid, 93 pp.
- Jorissen, F. J.** (1999). Benthic foraminiferal microhabitats below the sediment-water interfase. En: *Modern Foraminifera* (Ed.: Sen Gupta, Barum K., Kluwer Academic Publishers). Great Britain, 161-179.
- Kjerfve, B.** (1994). Coastal lagoon processes. En: *Elsevier Oceanography Series* (Ed. Kjerfve, B.), Amsterdam, 60, 1-8. DOI: 10.1016/S0422-9894(08)70006-0
- Klug, H.** (1968). *Morphologische studien auf den Kanarischen Inseln*. Schriften des geographischen Instituts der Universität Kiel, 24, Schmidt and Klauning. Kiel, 184 pp.
- Le Calvez, Y.** (1974). Révision des foraminifères de la collection D'Orbigny. I- Foraminifères des Iles Canaries. *Cahiers de Micropaléontologie*. Centre national de la Recherche Scientifique. Paris.
- Leduc, J., Bilodeau, G., de Verneal, A. y Mucci, A.** (2002). Distribution of benthic foraminiferal populations in surface sediments of the Saguenay Fjord, before and after the 1996 flood. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 180, 207-223.

- Leorri, E.** (2003). *Transformación ambiental de la Ría de Bilbao durante el Holoceno: Registro micropaleontológico de los procesos naturales y antrópicos*. Tesis Doctoral (Inédita), Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea, 265 pp.
- Loeblich, A.R.Jr. y Tappan, H.** 1987. *Foraminiferal Genera and Their Classification*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 970 pp.
- Loeblich, A.R.Jr. y Tappan, H.** 1992. Present status of foraminiferal classification. *Studies in Benthic Foraminifera. Proceedings of the Fourth International Symposium on Benthic Foraminifera*, Eds. Y. Takayanagi & T. Saito, Sendai, 93-102.
- Mangas, J. Hernández, L., Pérez-Chacón, E., Menéndez, I., Gouraz, A-L. y Hernández, A.** (2007). Afloramiento del sustrato subyacente al campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias): Un indicador del déficit sedimentario. *Simposio Internacional de Ciencias del Mar*. Valencia, 138.
- Margalef, R.** (1982). *Ecología* (Ed. Omega), Barcelona, 951 pp.
- Margalef, R.** (1983). *Limnología* (Ed. Omega), Barcelona, 1009 pp.
- Martín, J. L., García, H., Redondo, C., García, I., Carralero, I.** (1995). La Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos (Ed. Consejería de Política Territorial. Gobierno de Canarias), 412 pp.
- Martínez, J., Carpio, P., Gómez, M., Hernández, T. y Mena, A.** (1986). *Las Dunas de Maspalomas: Geología e impacto del entorno* (Ed.: Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria y Universidad Politécnica de Canarias). Las Palmas de Gran Canaria, 151 pp.
- Martínez, J. y Cárdenes, M.** (1987). Cambios Topográficos y Sedimentológicos en las playas arenosas de El Inglés y Maspalomas (Gran Canaria - España). *Actas de la 7ª Reunión sobre el Cuaternario*, 223-226.
- Masson, D.G., Canals, M., Alonso, B., Urgeles, R., Huhnerbach, V.** (1998). The Canary Debris Flow: Source area morphology and failure mechanisms. *Sedimentology* 45 (2), 411-432.
- Menéndez, I., Silva, P. G., Martín-Betancor, M., Pérez-Torrado, F.J., Hervé, G. y Scaillet, S.** (2008). Fluvial dissection, isostatic uplift, and geomorphological evolution of volcanic islands (Gran Canaria, Canary Islands, Spain). *Geomorphology*, 102, Issue 1, 15, 189-203.

- Ministerio de Medio Ambiente** (2002). Estudio Ecocartográfico del litoral de la zona sur de la isla de Gran Canaria (Las Palmas). Secretaría de Estado de Aguas y Costas. Dirección General de Costas.
- Ministerio de Medio Ambiente (2007)**. Estudio integral de la playa y dunas de Maspalomas (Gran Canaria). Dirección General de Costas.
- Mitchell, N.C., Masson, D.G., Watts, A.B., Gee, M.J.R., Urgeles, R.** (2002). The morphology of the submarine flanks of volcanic ocean islands: A comparative study of the Canary and Hawaiian hotspot islands. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 115 (1-2), 83-107.
- Molina, E.** (2004). Capítulo 1. Micropaleontología. Concepto, historia y estado actual. En: *Micropaleontología* (Ed. E. Molina), Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 13-33.
- Moodley, L. y Hess, C.** (1992). Tolerance of infaunal benthic foraminifera for low and high oxygen concentration. *Biological Bulletin*, 183,94-8.
- Murray, J.W.** (1971). Living foraminiferids of tidal marshes: a review. *Journal of Foraminiferal Research*, 1, 153-161.
- Murray, J.W.** (1989). Syndepositional dissolution of calcareous foraminifera in modern shallow-water sediments. *Marine Micropaleontology*, 15, 117-121.
- Murray, J. W.** (1991). Ecology and distribution of benthic foraminifera. En: *Biology of foraminifera* (Eds. Lee y Anderson), Academic press, New York, 221-254.
- Murray, J.W. y Alve, E.** (1999). Natural dissolution of modern shallow water benthic foraminifera: taphonomic effects on the paleoecological record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 146, 195-209.
- Murray, J.W.** (2000). The enigma of the continued use of total assemblages in ecological studies of benthic foraminifera. *Journal of Foraminiferal Research*, 30, 244-245.
- Murray, J. W.** (2006). Ecology and applications of Benthic Foraminifera. Cambridge University Press. Cambridge, UK, 426 pp.
- Naranjo, R.** (1999). *Maspalomas espacio natural*. Concejalía de Turismo del Ayuntamiento de San Bartolomé de Tirajana, 365 pp.

- Parker, W.C. y Arnold, A.J.** (1999). Quantitative methods of data analysis in foraminiferal ecology. En: *Modern Foraminifera* (Ed.: Sen Gupta, B.K., Kluwer Academic Publishers). Great Britain, 71-89.
- Pascual, A. y Martín-Rubio, M.** (2004). Foraminíferos bentónicos de Lanzarote, Islas Canarias: playas, salinas y jable. *Geogaceta*, 35, 147-150.
- Pekar, S.F. y Kominz, M.A.** (2001). Two-dimensional paleoslope modeling: a new method for estimating water depths of benthic foraminiferal biofacies and paleoshelf margins. *Journal of Sedimentary Research*, 71(4), 608-620.
- Pérez-Chacón, E., Hernández, L., Hernández, A., Mayer, P., Romero, L., Alonso, I., Mangas, J., Menéndez, I., Sánchez-Pérez, I., Ojeda, J., Ruiz P. y Alcántara, J.** (2007). *Maspalomas: Claves científicas para el análisis de su problemática ambiental* (Ed.: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria). Las Palmas de Gran Canaria, 38 pp.
- Phleger, F.B.** (1977). Soil of marine marshes. En: *Wet Coastal Ecosystem* (Ed: Chapman, V.J.). Elsevier, Amsterdam, 69-77.
- Phleger, F.B.** (1960). *Ecology and distribution of recent Foraminifera* (Ed.: John Hopkins University Press). Baltimore, 297 pp.
- Pinto de la Rosa, J.M.** (1996). *Apuntes para la historia de las antiguas fortificaciones de Canarias* (Ed.: Museo Militar Regional de Canarias). Santa Cruz de Tenerife, 758 pp.
- Powers, M.C.** (1953). A new roundness scale for sedimentary particles. *Journal of Sedimentary Petrology*, 23 (2), 117-119.
- R Development Core Team** (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>.
- Robertson, A. H. F., y Stillman, C. J.** (1979a). Late Mesozoic sedimentary rocks of Fuerteventura, Canary Islands; implications for West African continental margin evolution. *Journal of the Geological Society*. London, 136, 47-60.
- Robertson, A. H. F., y Stillman, C. J.** (1979b). Submarine volcanic and associated sedimentary rocks of the Fuerteventura basal complex, Canary Islands. *Geological Magazine*, 116, 203-214.

- Robertson, A. H. F., y Bernoulli, D.** (1982). Stratigraphy, facies, and significance of late Mesozoic and early Tertiary sedimentary rocks of Fuerteventura (Canary Islands) and Maio (Cape Verde Islands). En: *Geology of the northwest African continental margin* (Eds. Rad, U., Hinz, K., Sarnthein, M., y Seibold, E.), Springer-Verlag, Berlin, 498-525.
- Saffert, H. y Thomas, E.** (1998). Living foraminifera and total populations in salt marsh peat cores: Kelsey Marsh (Clinton, CT) and The Great Marshes (Barnstable, MA). *Marine Micropaleontology*, 33, 175–202.
- Sánchez-Pérez, I., Usera, J. y Alonso, I.** (2004). Estudio y aplicaciones de los foraminíferos en Maspalomas (Gran Canaria-Islas Canarias). *XX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Madrid, 172-173.
- Sánchez-Pérez I., Alosó I. y Usera J.** (2005). Determination of the sediment inputs from the upper shelf towards the beaches and dunes of Maspalomas (Gran Canaria) by foraminifera analysis. *Journal of Coastal Research*, SI 49, 46-51.
- Sánchez-Pérez y Alonso, I.** (2006). Modelo de transporte en Maspalomas deducido a partir del estudio de foraminíferos. *III Jornadas Canarias de Geología* (Eds. J. Mangas, A. Lomoschitz y J. Yepes). Las Palmas de Gran Canaria 91-107.
- Sanchez-Pérez, I., Usera, J., Alonso, I., Menendez, I., Cabrera, L. y Mangas, J.** (2006). Study of sedimentary dynamics by means of foraminiferal analysis in Gran Canaria (Canary Islands- Spain). *Anuário do Instituto de Geociências- UFRJ*, 29 (1), 296-297.
- Sanchez-Pérez, I., Alonso, I., Mangas, J., Rodríguez, S., Cearreta, A. y Medina, R.** (2008). Caracterización de los sedimentos subyacentes en la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas (Gran Canaria). Consideraciones preliminares acerca del origen de este sistema. *Geo-Temas*, 10, 579-582.
- Sanchez-Pérez, I., Alonso, I., Usera, J. y Rodríguez, S.** (2009). Estudio preliminar de los foraminíferos de la Charca de Maspalomas (Gran Canaria, España). *// Internacional Simposio in Marine Sciences* (Eds.: Troncoso, J.S., Alejo, I. y López, J.). Vigo, 289-290.
- Santana, M. Á.** (2003). *Formas de desarrollo turístico, redes y situación de empleo. El caso de Maspalomas (Gran Canaria)*. Tesis doctoral (Inédita). Departament de Sociologia, Universitat Autònoma de Barcelona, 402 pp.

- Scott, D. B. y Medioli, F. S.** (1980a). Quantitative studies of marsh foraminiferal distributions in Nova Scotia: implications for sea level studies. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research*. Special publications, 17, 1-58.
- Scott, D.B. y Medioli, F.S.** (1980b). Living vs. total foraminiferal populations: their relative usefulness in paleoecology. *Journal of Paleontology*, 54, 814-831.
- Scott, D.B., ScottSuter, J.R. y Koster, E.C.** (1991), Marsh foraminifera and acellaceans of the lower Mississippi Delta: controls on spatial distributions, *Micropaleontology*, 37 pp. 373–392.
- Sen Gupta, Barum K.** (1999). Foraminifera in margin marine environments. En: *Modern Foraminifera* (Ed.: Sen Gupta, Barum K., Kluwer Academic Publishers). Great Britain, 141-159.
- Shannon, C.E. y Weaver, W.** (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana, Illinois: University of Illinois.
- Simpson, E.H.** (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.
- Stuiver M., Reimer P.J., Bard E., Beck J.W., Burr G.S., Hughen K.A., Kromer B., McCormac F.G., Plicht J. y Spurk M.** (1998). INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24,000-0 cal BP. *Radiocarbon* 40 (3), 1041-1083.
- Suárez, C.** (1994). Proyecto Oasis 2000. Recuperación ambiental de la Charca de Maspalomas y su entorno. Informe técnico. Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias, 29 pp.
- Suárez, V.** (1987). *La propiedad pública, vinculada y eclesiástica en Gran Canaria en la crisis del Antiguo Régimen*. Cabildo Insular de Gran Canaria, Madrid, 2, 115 pp.
- Suárez, V., Rivero, B., Lobo, M. y González, A.** (1995). *La comarca de Tirajana en el Antiguo Régimen*. Ayuntamiento de San Bartolomé de Tirajana (Col. Pancho Guerra, 3). Las Palmas de Gran Canaria, 198 pp.
- Sunding, P., Santos, A. y Hansen, C.S.** (2005). *Diario del viaje a las Islas Canarias en 1815. Materiales de Historia de la Ciencia*. Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia. Tenerife, 122 pp.

- Szarek, R., Kuhnt, W., Kawamura, H. y Kitazato, H.** (2006). Distribution of recent benthic foraminifera on the Sunda Shelf (South China Sea). *Marine Micropaleontology*, 61, 171-195.
- Tejera, A.** (2006). *Colón en Gran Canaria (1492-1493-1502): las Islas Canarias en las Fuentes Colombinas* (Ed. Cabildo de Gran Canaria). Las Palmas de Gran Canaria, 168 pp.
- Ter Braak, C.J.F.** (1986). Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis. *Ecology*, 67 (5), 1167-1179.
- Tous, J.** (1997). *Descripción geográfica de las Islas Canarias (1740-1743) de Dn. Antonio Riviere y su equipo de ingenieros militares*. Museo Militar Regional de Canarias, Santa Cruz de Tenerife, 302 pp.
- Usera, J., Alberola C. y Brito J.M.** (2000). Tanatocenosis de foraminíferos en la cueva volcánica submarina de los Jameos del Agua (Lanzarote). *I Congreso Ibérico de Paleontología / XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Évora, Portugal, 151-152.
- Usera, J. y Sánchez-Pérez, I.** (2002). Primera aportación al conocimiento de los foraminíferos de las costas de Gran Canaria (Islas Canarias-Atlántico Norte). *II Congreso Ibérico de Paleontología / XVIII Jornadas de Paleontología de la Sociedad Española de Paleontología*. Salamanca, España, 144-145.
- Usera, J., Brito J.M. y Sánchez-Pérez, I.** (2002a). Procesos taxonómicos en foraminíferos asociados a la dieta alimenticia de *Diadema antillarum* (Philippi) (Echinodermata: echinoidea). *II Congreso Ibérico de Paleontología / XVIII Jornadas de Paleontología de la Sociedad Española de Paleontología*. Salamanca, España, 148-149.
- Usera, J., Blázquez, A. M., Guillem, J., Alberola, C.** (2002b). Biochronological and paleoenvironmental interest of foraminifera lived in restricted environments: applications to the study of the western Mediterranean Holocene, *Quaternary International*, 43-94, 139-147.
- Usera, J., Alonso, I. y Sánchez-Pérez, I.** (2004). Correlación entre las entidades conservadas de foraminíferos de las dunas cuaternarias y playas actuales de El Cotillo (Fuerteventura, Islas Canarias). *XIX Jornadas de Paleontología de la Sociedad Española de Paleontología*. Morella- Valencia, España, 172-173.

- Vallejo I., Hernández, L. y Ojeda, J.** (2007). Utilidades de la Tecnología Lidar en la Caracterización Morfométrica de Sistemas Dunares: el Caso de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias). En: *Investigaciones Recientes (2005-2007) en Geomorfología Litoral*. Palma de Mallorca, 113-118.
- Vallejo I., Ojeda, J. Hernández, L. y Mayer, P.** (2009). Balance Sedimentario en el Sistema de Dunas de Maspalomas (Gran Canaria) a Partir de Datos Lidar. En: *Nuevas Contribuciones Sobre Geomorfología Litoral*. Jornadas de Geomorfología Litoral. Huelva, 95-98.
- Viera y Clavijo, J. de** (1866-69). *Diccionario de historia natural de las islas Canarias, o índice alfabético descriptivo de sus tres reinos, animal, vegetal y mineral*. Real Sociedad Económica de Amigos del País de Las Palmas de Gran Canaria, Imprenta de La Verdad, Las Palmas de Gran Canaria, 734 pp.
- Venec-Peyre, M.-T.** (2005). Les planches inédites de Foraminifères d'Alcide d'Orbigny, à l'aube de la micropaléontologie. The unpublished plates of Foraminifera by Alcide d'Orbigny, the dawn of micropaléontologie. Publications Scientifiques du Muséum, Paris, 302 pp.
- Verneau, R.** (1891). *Cinq années de séjour aux Iles Canaries* (Ed.: A. Hennuyer). Paris, 412 pp.
- Walton, W.R.** (1952). Techniques for recognition of living foraminifera. *Contributions Cushman Foundation Foraminiferal Research*, 3, 56-60.
- Wang, P. y Murray, J.W.** (1983). The use of foraminiferal as indicators of tidal effects in estuarine deposits. *Marine Geology*, 51 (3-4), 239-250.
- Ward, J.H.** (1963). Hierarchical Grouping to optimize an objective function. *Journal of American Statistical Association*, 58(301), 236-244.
- Wentworth, C.K.** (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30, 377-392.
- Williams, H. F. L.** (1999). Foraminiferal distributions in tidal marshes bordering the strait of Juan de Fuca: implications for paleoseismicity studies. *Journal of Foraminiferal Research*, 29 (3), 96-208.
- Yamano, H., Kayanne, H. y Yonekura, N.** (2001). Anatomy of modern coral reef flat: a recorder of storms and uplift in the late holocene. *Journal of Sedimentary Research*, 71(2), 295-304.

<http://mdc.ulpgc.es>

<http://humboldt.mpiwg-berlin.mpg.de/01.introduccion.htm>

ESPECIES PLATAFORMA	BC13D	BC13G	BC15F	BC15J	BC26B	BC26F	BC27G	BC27J	BC35B	BC35E	BC41B
<i>Acerulina inhaerens</i> Schutze	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Ammonia beccarii</i> (Linné)	18	7	7	6	2	2	20	13	0	0	50
<i>Amphicoryna scalaris</i> (Batsch)	0	0	0	0	1	2	1	1	0	5	1
<i>Amphistegyna lessonii</i> D'Orbigny	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
<i>Angulegerina angulosa</i> (Williamson)	1	0	1	0	7	1	2	7	2	2	3
<i>Angulegerina fornasinii</i> Selli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Angulodiscorbis charlesensis</i> (Mc Culloch)	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson)	4	8	2	23	23	22	28	43	5	10	18
<i>Astrononion stelligerum</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	5	9	0	0	12	17	0
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
<i>Bolivina pseudoplicata</i> HeronAllen & Earland	12	7	3	17	38	33	45	58	6	20	35
<i>Bolivina punctata</i> D'Orbigny	2	3	0	1	0	0	0	9	2	0	0
<i>Bulimina costata</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Bulimina elongata</i> D'Orbigny	0	1	0	2	4	4	17	11	2	1	0
<i>Bulimina marginata</i> D'Orbigny	0	0	0	2	0	0	3	2	0	0	0
<i>Buliminella elegantissima</i> (D'Orbigny)	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
<i>Brizalina cataniensis</i> Padani	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0
<i>Cancris auricula</i> (Fichtel & Moll)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Cassidulina crassa</i> D'Orbigny	0	0	1	5	0	3	1	6	0	0	0
<i>Cassidulina subglobosa</i> Brady	0	0	0	0	0	2	0	0	3	4	0
<i>Cibicides refulgens</i> Montfort	0	26	0	8	5	5	0	13	12	8	21
<i>Cushmanina</i> sp.	0	0	0	0	0	6	1	1	0	2	0
<i>Dentalina communis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentalina leguminiformis</i> (Batsch)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium crispum</i> (Linné)	0	1	1	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll)	0	0	0	0	0	0	14	8	0	1	12
<i>Eponides repandus</i> (Fichtel & Moll)	1	2	2	0	0	0	3	0	3	2	0
<i>Fabulina hexagona</i> (Williamson)	0	0	0	0	5	0	1	0	2	4	0
<i>Fissurina laevigata</i> Reuss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fissurina lucida</i> (Williamson)	0	1	0	0	0	0	3	1	2	3	1
<i>Fissurina marginata</i> (Montagu)	0	0	0	0	0	6	1	1	0	0	0
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza	0	1	0	0	1	0	1	2	3	1	1

ESPECIES PLATAFORMA	BC13D	BC13G	BC15F	BC15J	BC26B	BC26F	BC27G	BC27J	BC35B	BC35E	BC41B
<i>Fissurina seguenziana</i> (Fornasini)	0	0	0	0	6	6	0	0	0	9	2
<i>Fursenkoina squamosa</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Glabratella opercularis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glabratella patelliformis</i> (Brady)	1	0	0	0	1	1	1	8	0	0	0
<i>Globulimina affinis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Guttulina communis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	2	1	3	0	0
<i>Hanzawaia bouneana</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	4	4	0	1	17	18	0
<i>Hopkinsina bononiensis</i> (Fornasini)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lagena</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>Lamarckiana excavata</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	2	1	0	1	2	1	1
<i>Lamarckiana scabra</i> (Brady)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Lenticulina cultrata</i> (Montfort)	0	1	0	0	3	4	0	0	3	2	0
<i>Lobatula lobatula</i> (Walker & Jacob)	42	11	10	10	31	31	28	4	15	9	8
<i>Loxostomon</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Margilunina webbiana</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Miniacina miniacea</i> (Pallas)	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0
<i>Neonorbina terquemii</i> (Rzehak)	0	0	0	0	3	3	0	0	12	10	0
<i>Neonionoides grateolupi</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Neoponodes auberi</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1
<i>Neouvigerina porrecta</i> (Brady)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Oolina melo</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Orthomorfina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Patellina corrugata</i> Williamson	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Planorbulina mediterranensis</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	12	10	0
<i>Rosalina anomala</i> Terquem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
<i>Rosalina globularis</i> D'Orbigny	0	0	0	0	2	3	2	0	3	2	0
<i>Rosalina vilardeboana</i> D'Orbigny	5	3	0	16	0	7	30	42	9	12	25
<i>Saintclairioides marlysaе</i> (McCulloch)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Sigmomorphina williamsoni</i> (Terquem)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Siphonina reticulata</i> Czjzek	0	0	0	0	7	6	1	0	3	4	0
<i>Sphaerogypsina globula</i> (Reuss)	0	0	0	0	2	0	0	0	3	2	0
<i>Stomartobina concentrica</i> (Parker & Jones)	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0
<i>Trifarina bradyi</i> Cushman	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

ESPECIES PLATAFORMA	BC13D	BC13G	BC15F	BC15J	BC26B	BC26F	BC27G	BC27J	BC35B	BC35E	BC41B
<i>Adelosina disparilis</i> (D'Orbigny)	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Adelosina duthiersi</i> Schlumberger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Adelosina laevigata</i> D'Orbigny	3	0	0	0	1	2	0	1	1	1	0
<i>Adelosina pulchella</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Adelosina</i> sp.	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
<i>Amphisorus hemprichii</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Articulina mucronata</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Articulina pacifica</i> Cushman	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss)	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Hauerina speciosa</i> (Karrer)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laevipeneroplis carinatus</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0
<i>Laevipeneroplis pertusus</i> (Förskal)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Laevipeneroplis planatus</i> (Fichtel & Moll)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Massilina secans</i> (D'Orbigny)	16	9	16	23	0	0	0	0	0	0	5
<i>Miliolinella circularis</i> (Bornemann)	0	1	0	2	5	6	4	0	0	3	1
<i>Miliolinella circularis</i> var. <i>Sublineata</i> (Brady)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu)	0	0	0	1	0	0	0	5	5	0	3
<i>Miliolinella webbiana</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Pyrgo canariensis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyrgo elongata</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina agglutinans</i> D'Orbigny	0	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina berthelotiana</i> D'Orbigny	8	0	0	5	60	51	23	8	15	5	9
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i> D'Orbigny	2	24	15	0	2	0	4	2	0	0	0
<i>Quinqueloculina lata</i> Terquem	0	0	0	0	16	7	5	6	6	2	1
<i>Quinqueloculina poeyana</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Quinqueloculina quadrata</i> Nörvang	34	0	0	11	21	20	25	22	0	0	47
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linné)	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	3
<i>Quinqueloculina undulata</i> D'Orbigny	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Quinqueloculina vulgaris</i> D'Orbigny	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Sigmolina grata</i> (Terquem)	1	0	0	0	12	16	5	8	5	7	3
<i>Spirillina vivipara</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	5	0	1	2	0	0
<i>Spiroloculina communis</i> Cushman & Todd	0	0	1	0	0	3	0	1	0	0	0
<i>Spiroloculina cymbium</i> Cushman & Todd	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0

ESPECIES PLATAFORMA	BC13D	BC13G	BC15F	BC15J	BC26B	BC26F	BC27G	BC27J	BC35B	BC35E	BC41B
<i>Spiroloculina venusta</i> Cushman & Todd	0	0	1	0	1	2	0	1	0	0	0
<i>Triloculina affinis</i> D'Orbigny	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	8
<i>Triloculina rotunda</i> D'Orbigny	0	1	0	0	3	5	0	1	1	0	0
<i>Triloculina trigonula</i> (Lamarck)	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3
<i>Wiesnerella auriculata</i> (Egger)	0	0	0	0	1	1	1	3	1	3	0
<i>Eggelleroides scabrum</i> (Williamson)	0	0	1	1	0	0	9	12	0	0	0
<i>Gaudryina rudis</i> Wright	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0
<i>Rhabdammina</i> sp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Textularia agglutinans</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
<i>Textularia pseudogramen</i> Chapman & Parr	0	0	0	0	16	26	0	1	34	26	0
<i>Textularia sagittula</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trochammmina inflata</i> (Montagu)	0	0	0	0	0	4	8	4	0	0	4
<i>Globigerina bulloides</i> D'Orbigny	0	0	0	3	0	0	0	4	15	17	0
<i>Globigerina falconensis</i> Blow	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0
<i>Globigerinella obesa</i> (Bolli)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globigerinoides ruber</i> (D'Orbigny)	1	2	0	8	39	18	35	17	58	44	7
<i>Globigerinoides sacculifer</i> (Brady)	4	3	0	4	10	3	0	1	11	24	5
<i>Globorotalia crassaformis</i> (Galloway & Wissler)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Globorotalia hirsuta</i> (D'Orbigny)	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Globorotalia inflata</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	2	0	0	0	4	1	0
<i>Globorotalia menardii</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globorotalia scitula</i> (Brady)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Globorotalia truncatulinoides</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	3	2	0	0	0	2	0
<i>Orbulina universa</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pulleniatina obliquiloculata</i> (Parker & Jones)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Turborotalia humilis</i> (Brady)	0	0	0	0	1	3	1	0	0	1	1
<i>Turborotalia quinqueloba</i> (Natland)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Otros planctónicos	3	0	0	2	0	0	7	8	1	0	0
Otros bentónicos	9	7	2	14	14	4	21	12	13	26	15
Total	173	133	66	168	377	354	366	374	333	373	304

ESPECIES PLATAFORMA	BC41E	NC2G	NC2J	NC7C	NC7E	NC9C	NC9F	NC10B	NC10E	NC12D	NC12G	BC60A
<i>Acervulina inhaerens</i> Schultze	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Ammonia beccarii</i> (Linné)	27	2	4	9	17	0	0	5	6	0	0	6
<i>Amphicoryna scalaris</i> (Batsch)	2	0	0	0	0	1	3	0	1	4	3	0
<i>Amphistegyna lessonii</i> D'Orbigny	1	0	0	0	2	1	3	1	0	2	2	0
<i>Angulegerina angulosa</i> (Williamson)	8	1	0	1	5	5	8	3	3	9	6	2
<i>Angulegerina fornasinii</i> Selli	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Angulodiscorbis charlesensis</i> (Mc Culloch)	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson)	21	0	0	26	37	8	2	27	20	30	10	6
<i>Astrononion stelligerum</i> (D'Orbigny)	3	0	0	0	4	14	17	1	0	6	15	7
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss	0	0	0	5	1	0	0	0	4	0	0	0
<i>Bolivina pseudoplicata</i> HeronAllen & Earland	17	1	0	33	35	15	0	31	28	60	26	3
<i>Bolivina punctata</i> D'Orbigny	0	0	0	1	0	0	0	13	0	0	0	0
<i>Bulimina costata</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Bulimina elongata</i> D'Orbigny	2	0	0	0	3	2	3	2	1	0	4	0
<i>Bulimina marginata</i> D'Orbigny	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
<i>Buliminella elegantissima</i> (D'Orbigny)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brizalina cataniensis</i> Padani	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Cancris auricula</i> (Fichtel & Moll)	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0
<i>Cassidulina crassa</i> D'Orbigny	1	0	0	5	2	2	2	2	1	6	2	0
<i>Cassidulina subglobosa</i> Brady	2	0	0	0	1	3	1	0	0	4	1	2
<i>Cibicides refulgens</i> Montfort	17	6	0	35	22	8	0	20	11	21	2	10
<i>Cushmanina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	11	0
<i>Dentalina communis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Dentalina leguminiformis</i> (Batsch)	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>Elphidium crispum</i> (Linné)	14	0	0	3	0	0	1	0	2	2	0	0
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll)	14	0	0	12	12	0	0	2	3	1	0	0
<i>Eponides repandus</i> (Fichtel & Moll)	0	0	0	0	0	3	1	3	2	0	0	0
<i>Fabulina hexagona</i> (Williamson)	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	7	1
<i>Fissurina laevigata</i> Reuss	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Fissurina lucida</i> (Williamson)	2	0	0	3	4	0	1	0	3	3	0	0
<i>Fissurina marginata</i> (Montagu)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza	0	0	0	0	0	3	1	1	3	1	2	0

ESPECIES PLATAFORMA	BC41E	NC2G	NC2J	NC7C	NC7E	NC9C	NC9F	NC10B	NC10E	NC12D	NC12G	BC60A
<i>Fisurina seguenziana</i> (Fornasini)	0	0	0	1	1	2	4	0	0	7	9	0
<i>Fursenkoina squamosa</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Glabratella opercularis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glabratella patelliformis</i> (Brady)	2	1	0	7	0	1	3	2	4	4	6	0
<i>Globulimina affinis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Guttulina communis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Hanzawaia bouneana</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	27	37	0	1	1	4	0
<i>Hopkinsina bononiensis</i> (Fornasini)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lagena</i> sp.	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0
<i>Lamarckiana excavata</i> (D'Orbigny)	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	8	0
<i>Lamarckiana scabra</i> (Brady)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Lenticulina cultrata</i> (Montfort)	0	0	0	0	0	4	3	2	0	2	3	6
<i>Lobatula lobatula</i> (Walker & Jacob)	34	0	3	5	6	19	34	13	31	4	14	22
<i>Loxostomon</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0
<i>Margilunina webbiana</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Miniacina miniacea</i> (Pallas)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neonorbina terquemii</i> (Rzehak)	0	0	0	3	0	0	0	2	3	3	3	3
<i>Neonionoides grateolupi</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neoponodes auberii</i> (D'Orbigny)	0	0	0	1	2	0	0	3	2	0	0	1
<i>Neouvigerina porrecta</i> (Brady)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
<i>Oolina melo</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0
<i>Orthomorfina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Patellina corrugata</i> Williamson	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Planorbulina mediterranensis</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	4	10	0	2	1	6	0
<i>Rosalina anomala</i> Terquem	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Rosalina globularis</i> D'Orbigny	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	3	0
<i>Rosalina vilardeboana</i> D'Orbigny	27	1	0	41	61	4	0	21	20	11	3	6
<i>Saintclairioides marlysaе</i> (McCulloch)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0
<i>Sigmomorphina williamsoni</i> (Terquem)	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0
<i>Siphonina reticulata</i> Czjzek	0	0	0	0	0	5	5	1	1	6	12	3
<i>Sphaerogypsina globula</i> (Reuss)	0	0	0	0	0	0	8	0	1	0	4	3
<i>Stomartobina concentrica</i> (Parker & Jones)	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0
<i>Trifarina bradyi</i> Cushman	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

ESPECIES PLATAFORMA	BC41E	NC2G	NC2J	NC7C	NC7E	NC9C	NC9F	NC10B	NC10E	NC12D	NC12G	BC60A
<i>Adelosina disparilis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1
<i>Adelosina duthiersi</i> Schlumberger	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Adelosina laevigata</i> D'Orbigny	1	0	0	0	0	1	1	4	5	4	0	1
<i>Adelosina pulchella</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
<i>Adelosina</i> sp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Amphisorus hemprichii</i> Ehrenberg	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Articulina mucronata</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Articulina pacifica</i> Cushman	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0
<i>Hauerina speciosa</i> (Karrer)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laevipeneroplis carinatus</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	1	0	0	0	2	3	1	2
<i>Laevipeneroplis pertusus</i> (Förskal)	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	3	0
<i>Laevipeneroplis planatus</i> (Fichtel & Moll)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Massilina secans</i> (D'Orbigny)	9	10	21	0	0	1	0	0	0	0	0	15
<i>Miliolinella circularis</i> (Bornemann)	5	0	0	5	4	1	5	2	0	3	2	6
<i>Miliolinella circularis</i> var. <i>Sublineata</i> (Brady)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu)	3	0	0	4	4	1	1	1	0	0	0	0
<i>Miliolinella webbiana</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyrgo canariensis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyrgo elongata</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina agglutinans</i> D'Orbigny	20	10	1	8	27	13	11	28	39	20	21	85
<i>Quinqueloculina berthelotiana</i> D'Orbigny	13	0	0	0	0	1	0	1	4	1	2	1
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i> D'Orbigny	0	0	0	2	2	0	2	11	4	1	8	1
<i>Quinqueloculina lata</i> Terquem	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina poeyana</i> D'Orbigny	61	19	12	25	13	6	6	71	50	3	16	67
<i>Quinqueloculina quadrata</i> Nörvang	0	0	1	3	5	1	0	4	0	0	0	3
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linné)	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina undulata</i> D'Orbigny	0	0	3	5	1	1	2	1	0	0	0	1
<i>Quinqueloculina vulgaris</i> D'Orbigny	1	0	0	4	8	3	7	8	7	7	19	5
<i>Sigmolina grata</i> (Terquem)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spirillina vivipara</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spiroloculina communis</i> Cushman & Todd	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	1	0
<i>Spiroloculina cymbium</i> Cushman & Todd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0

ESPECIES PLATAFORMA	BC41E	NC2G	NC2J	NC7C	NC7E	NC9C	NC9F	NC10B	NC10E	NC12D	NC12G	BC60A
<i>Spiroloculina venusta</i> Cushman & Todd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Triloculina affinis</i> D'Orbigny	10	3	0	3	1	0	0	3	11	0	1	6
<i>Triloculina rotunda</i> D'Orbigny	0	0	0	0	1	3	2	4	6	0	2	3
<i>Triloculina trigonula</i> (Lamarck)	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
<i>Wiesnerella auriculata</i> (Egger)	0	0	0	3	6	0	0	1	1	0	1	0
<i>Eggelleroides scabrum</i> (Williamson)	3	0	0	8	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gaudryina rudis</i> Wright	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Rhabdammina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Textularia agglutinans</i> D'Orbigny	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
<i>Textularia pseudogramen</i> Chapman & Parr	1	0	0	0	1	49	46	3	5	13	17	12
<i>Textularia sagittula</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0
<i>Trochammina inflata</i> (Montagu)	1	0	0	10	7	0	3	0	2	0	0	0
<i>Globigerina bulloides</i> D'Orbigny	0	1	0	2	1	20	13	0	7	12	6	0
<i>Globigerina falconensis</i> Blow	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globigerinella obesa</i> (Bolli)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globigerinoides ruber</i> (D'Orbigny)	11	1	0	14	19	34	23	7	21	20	36	10
<i>Globigerinoides sacculifer</i> (Brady)	6	1	0	0	1	8	24	2	3	2	3	1
<i>Globorotalia crassaformis</i> (Galloway & Wissler)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globorotalia hirsuta</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	1
<i>Globorotalia inflata</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	1	5	3	0	0	0	0	0
<i>Globorotalia menardii</i> (D'Orbigny)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globorotalia scitula</i> (Brady)	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0
<i>Globorotalia truncatulinoides</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	5	7	0	1	0	4	0
<i>Orbulina universa</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Pulleniatina obliquiloculata</i> (Parker & Jones)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Turborotalia humilis</i> (Brady)	0	0	0	0	0	2	0	2	4	10	3	0
<i>Turborotalia quinqueloba</i> (Natland)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros planctónicos	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	4	0
Otros bentónicos	1	0	0	26	16	15	17	7	11	35	7	6
Total	346	59	47	318	360	334	359	329	354	332	342	311

ESPECIES PLATAFORMA	BC60D	BC61C	BC61F	BC62A	BC62E	BC64A	BC64E	BC66C	BC66F	BC68A	BC68E
<i>Acerulina inhaerens</i> Schultze	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ammonia beccarii</i> (Linné)	6	0	1	2	2	0	0	10	13	17	6
<i>Amphicoryna scalaris</i> (Batsch)	0	0	0	2	0	3	1	0	0	0	0
<i>Amphistegyna lessonii</i> D'Orbigny	0	1	0	0	2	1	2	0	0	1	3
<i>Angulegerina angulosa</i> (Williamson)	2	0	0	2	6	3	2	2	5	4	7
<i>Angulegerina fornasinii</i> Selli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Angulodiscorbis charlesensis</i> (Mc Culloch)	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson)	36	0	3	2	0	3	8	14	6	46	33
<i>Astrononion stelligerum</i> (D'Orbigny)	6	7	3	7	7	23	5	5	4	3	0
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina pseudoplicata</i> HeronAllen & Earland	15	1	2	2	12	15	7	8	20	28	23
<i>Bolivina punctata</i> D'Orbigny	4	0	0	4	3	0	3	3	0	11	10
<i>Bulimina costata</i> D'Orbigny	0	0	0	3	0	9	8	0	0	0	0
<i>Bulimina elongata</i> D'Orbigny	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
<i>Bulimina marginata</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Buliminella elegantissima</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brizalina cataniensis</i> Padani	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Cancris auricula</i> (Fichtel & Moll)	0	0	0	0	1	3	6	0	0	0	0
<i>Cassidulina crassa</i> D'Orbigny	3	0	0	5	1	3	3	0	0	2	0
<i>Cassidulina subglobosa</i> Brady	1	0	0	2	1	2	3	0	0	1	0
<i>Cibicides refulgens</i> Montfort	18	12	31	0	9	14	0	69	52	68	19
<i>Cushmanina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentalina communis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Dentalina leguminiformis</i> (Batsch)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium crispum</i> (Linné)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll)	0	0	0	2	1	1	0	9	13	4	0
<i>Eponides repandus</i> (Fichtel & Moll)	0	2	3	1	1	3	1	4	1	0	0
<i>Fabulina hexagona</i> (Williamson)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Fissurina laevigata</i> Reuss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fissurina lucida</i> (Williamson)	1	0	0	0	0	6	1	1	0	3	1
<i>Fissurina marginata</i> (Montagu)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

ESPECIES PLATAFORMA	BC60D	BC61C	BC61F	BC62A	BC62E	BC64A	BC64E	BC66C	BC66F	BC68A	BC68E
<i>Fissurina seguenziana</i> (Fornasini)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Fursenkoina squamosa</i> (D'Orbigny)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Glabrata opercularis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glabrata patelliformis</i> (Brady)	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
<i>Globulimina affinis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0
<i>Guttulina communis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Hanzawaia bouneana</i> (D'Orbigny)	0	0	16	6	6	14	2	0	0	0	0
<i>Hopkinsina bononiensis</i> (Fornasini)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lagena</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lamarckiana excavata</i> (D'Orbigny)	1	0	0	9	1	16	14	0	0	0	1
<i>Lamarckiana scabra</i> (Brady)	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
<i>Lenticulina cultrata</i> (Montfort)	2	1	2	2	2	5	2	0	0	1	1
<i>Lobatula lobatula</i> (Walker & Jacob)	17	38	28	17	19	29	15	11	14	4	26
<i>Loxostomon</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Margilunina webbiana</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miniacina miniacea</i> (Pallas)	0	1	0	1	2	2	4	0	0	0	0
<i>Neonorbina terquemii</i> (Rzehak)	9	1	1	8	0	3	0	0	0	0	0
<i>Neonionoides grateolupi</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neoponodes auberi</i> (D'Orbigny)	2	24	22	0	1	0	0	2	3	0	1
<i>Neouvigerina porrecta</i> (Brady)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Oolina melo</i> D'Orbigny	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Orthomorfina</i> sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Patellina corrugata</i> Williamson	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Planorbulina mediterranensis</i> D'Orbigny	0	0	1	8	3	7	3	2	2	0	0
<i>Rosalina anomala</i> Terquem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rosalina globularis</i> D'Orbigny	0	0	1	6	2	2	0	0	0	0	0
<i>Rosalina vilardeboana</i> D'Orbigny	14	2	1	0	7	5	22	6	12	15	34
<i>Saintclairioides marlysaе</i> (McCulloch)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sigmomorphina williamsoni</i> (Terquem)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Siphonina reticulata</i> Czjzek	0	0	0	6	2	4	8	1	1	0	0
<i>Sphaerogypsina globula</i> (Reuss)	0	3	0	3	4	0	9	0	0	1	1
<i>Stomartobina concentrica</i> (Parker & Jones)	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0
<i>Trifarina bradyi</i> Cushman	0	2	0	0	1	0	2	0	3	2	1

ESPECIES PLATAFORMA	BC60D	BC61C	BC61F	BC62A	BC62E	BC64A	BC64E	BC66C	BC66F	BC68A	BC68E
<i>Adelosina disparilis</i> (D'Orbigny)	2	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Adelosina duthiersi</i> Schlumberger	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Adelosina laevigata</i> D'Orbigny	1	1	0	0	1	2	1	1	0	1	1
<i>Adelosina pulchella</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Adelosina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amphisorus hemprichii</i> Ehrenberg	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Articulina mucronata</i> (D'Orbigny)	1	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0
<i>Articulina pacifica</i> Cushman	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss)	1	0	0	0	2	0	2	0	0	0	1
<i>Hauerina speciosa</i> (Karrer)	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laevipeneroplis carinatus</i> (D'Orbigny)	1	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laevipeneroplis pertusus</i> (Förskal)	3	1	2	0	1	1	0	0	0	0	3
<i>Laevipeneroplis planatus</i> (Fichtel & Moll)	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Massilina secans</i> (D'Orbigny)	6	0	6	0	0	0	0	8	8	5	3
<i>Miliolinella circularis</i> (Bornemann)	4	8	4	1	1	0	2	2	1	1	4
<i>Miliolinella circularis</i> var. <i>Sublineata</i> (Brady)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu)	0	0	0	0	1	1	3	1	0	0	0
<i>Miliolinella webbiana</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyrgo canariensis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Pyrgo elongata</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina agglutinans</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina berthelotiana</i> D'Orbigny	56	109	106	0	18	24	8	29	42	14	35
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i> D'Orbigny	1	4	1	0	1	0	0	1	0	1	0
<i>Quinqueloculina lata</i> Terquem	0	0	2	0	2	0	2	3	0	0	0
<i>Quinqueloculina poeyana</i> D'Orbigny	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina quadrata</i> Nörvang	23	18	18	0	0	4	0	68	65	31	34
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linné)	0	0	0	0	0	3	0	0	4	0	1
<i>Quinqueloculina undulata</i> D'Orbigny	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina vulgaris</i> D'Orbigny	4	0	2	0	1	2	1	3	5	0	1
<i>Sigmolina grata</i> (Terquem)	10	3	4	7	4	12	0	8	3	6	4
<i>Spirillina vivipara</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spiroloculina communis</i> Cushman & Todd	1	0	0	2	0	3	0	1	0	0	0
<i>Spiroloculina cymbium</i> Cushman & Todd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ESPECIES PLATAFORMA	BC60D	BC61C	BC61F	BC62A	BC62E	BC64A	BC64E	BC66C	BC66F	BC68A	BC68E
<i>Spiroloculina venusta</i> Cushman & Todd	1	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Triloculina affinis</i> D'Orbigny	3	25	19	0	1	0	0	14	22	0	1
<i>Triloculina rotunda</i> D'Orbigny	6	0	2	0	0	0	0	1	1	0	5
<i>Triloculina trigonula</i> (Lamarck)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Wiesnerella auriculata</i> (Egger)	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>Eggelleroides scabrum</i> (Williamson)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Gaudryina rudis</i> Wright	0	0	0	7	5	6	7	0	0	0	0
<i>Rhabdammina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Textularia agglutinans</i> D'Orbigny	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Textularia pseudogramen</i> Chapman & Parr	3	16	14	42	44	18	37	5	8	0	0
<i>Textularia sagittula</i> D'Orbigny	0	0	0	14	13	4	6	0	0	0	0
<i>Trochammmina inflata</i> (Montagu)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globigerina bulloides</i> D'Orbigny	6	0	3	13	18	22	18	0	6	4	11
<i>Globigerina falconensis</i> Blow	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globigerinella obesa</i> (Bolli)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globigerinoides ruber</i> (D'Orbigny)	7	17	3	42	27	55	47	11	20	14	22
<i>Globigerinoides sacculifer</i> (Brady)	0	9	4	24	25	27	32	8	15	11	7
<i>Globorotalia crassaformis</i> (Galloway & Wissler)	0	1	0	10	6	2	1	0	1	0	0
<i>Globorotalia hirsuta</i> (D'Orbigny)	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>Globorotalia inflata</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0
<i>Globorotalia menardii</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globorotalia scitula</i> (Brady)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Globorotalia truncatulinoides</i> (D'Orbigny)	0	4	2	18	4	7	6	2	2	0	0
<i>Orbulina universa</i> D'Orbigny	0	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0
<i>Pulleniatina obliquiloculata</i> (Parker & Jones)	0	0	1	5	0	3	2	0	0	0	0
<i>Turborotalia humilis</i> (Brady)	0	0	1	0	0	2	2	0	0	0	0
<i>Turborotalia quinqueloba</i> (Natland)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros planctónicos	4	0	0	4	1	2	4	0	0	1	1
Otros bentónicos	18	6	6	9	16	1	12	11	5	4	14
Total	312	329	316	324	319	388	336	328	361	319	328

ESPECIES PLAYAS Y DUNAS	PI106	PI107	PI109	PI108	PIBUR	PI113	PI114	PI115	PI116	PI117	DU5A	DU6A
<i>Ammonia beccarii</i> (Linné)	6	2	0	15	2	1	8	0	0	2	0	1
<i>Amphistegyna lessonii</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Angulegerina angulosa</i> (Williamson)	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	1	0
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson)	0	1	0	0	7	0	0	1	0	0	2	0
<i>Astronion stelligerum</i> (D'Orbigny)	0	0	0	2	2	0	0	1	1	0	0	1
<i>Bolivina pseudoplicata</i> HeronAllen & Earland	0	0	0	6	2	0	1	0	0	0	0	0
<i>Bolivina punctata</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bulimina costata</i> D'Orbigny	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cibicides refulgens</i> Montfort	14	6	2	73	31	5	52	7	1	0	2	2
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	0	0	0	16	0	2	2	2	0	2	1	1
<i>Elphidium crispum</i> (Linné)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll)	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eponides repandus</i> (Fichtel & Moll)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fissurina lucida</i> (Williamson)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Glabrata patelliformis</i> (Brady)	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Lamarckiana excavata</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lenticulina cultrata</i> (Montfort)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lobatula lobatula</i> (Walker & Jacob)	2	0	1	12	0	0	0	0	0	12	0	1
<i>Neonodes auberi</i> (D'Orbigny)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neonorbina terquemi</i> (Rzehak)	0	1	0	9	0	2	3	1	0	0	0	0
<i>Planorbulina mediterranensis</i> D'Orbigny	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rosalina globularis</i> D'Orbigny	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rosalina vilardeboana</i> D'Orbigny	0	1	0	1	3	1	0	0	0	0	1	1
<i>Sphaerogypsina globula</i> (Reuss)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hopkinsina bononiensis</i> (Fornasini)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Adelosina laevigata</i> D'Orbigny	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Adelosina pulchella</i> (D'Orbigny)	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0

ESPECIES PLAYAS Y DUNAS	PI106	PI107	PI109	PI108	PIBUR	PI113	PI114	PI115	PI116	PI117	DU5A	DU6A
<i>Amphisorus hemprichii</i> Ehrenberg	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laevipeneroplis carinatus</i> (D'Orbigny)	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Laevipeneroplis pertusus</i> (Förskal)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Massilina secans</i> (D'Orbigny)	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miliolinella circularis</i> (Bornemann)	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Miliolinella circularis</i> var. <i>Sublineata</i> (Brady)	0	2	1	1	2	0	0	1	0	1	0	0
<i>Miliolinella webbiana</i> D'Orbigny	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina agglutinans</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina berthelotiana</i> D'Orbigny	10	7	0	55	7	2	19	2	0	8	2	3
<i>Adelosina disparilis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina lamareckiana</i> D'Orbigny	2	1	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina lata</i> Terquem	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Quinqueloculina quadrata</i> Nörvang	8	7	5	35	15	4	18	3	2	10	1	2
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linné)	0	0	0	15	0	2	2	1	0	5	0	0
<i>Quinqueloculina vulgaris</i> D'Orbigny	0	0	0	3	2	0	0	1	0	2	1	2
<i>Sigmolina grata</i> (Terquem)	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Spiroloculina cymbium</i> Cushman & Todd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triloculina affinis</i> D'Orbigny	0	0	0	8	0	0	3	2	1	3	0	0
<i>Globigerina bulloides</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globigerinoides ruber</i> (D'Orbigny)	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Globigerinoides sacculifer</i> (Brady)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Globorotalia crassaformis</i> (Galloway & Wissler)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globorotalia truncatulinoides</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros	3	8	0	4	5	0	0	2	0	0	0	0
Total	51	38	13	282	95	19	119	25	5	49	11	16

ESPECIES PLAYAS Y DUNAS	DU9B	DU9C	DU11D	DU12C	DU13B	DU19A	DU27	DU33B	DU38	DU50	DU55
<i>Ammonia beccarii</i> (Linné)	5	0	2	0	1	0	0	1	0	0	2
<i>Amphistegyna lessonii</i> D'Orbigny	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Angulegerina angulosa</i> (Williamson)	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson)	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astronion stelligerum</i> (D'Orbigny)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina pseudoplicata</i> HeronAllen & Earland	0	0	6	1	2	1	1	1	0	0	0
<i>Bolivina punctata</i> D'Orbigny	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bulimina costata</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cibicides refulgens</i> Montfort	28	2	28	0	9	3	1	4	3	1	20
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	4	0	6	2	1	0	0	0	0	0	1
<i>Elphidium crispum</i> (Linné)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll)	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0
<i>Eponides repandus</i> (Fichtel & Moll)	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Fissurina lucida</i> (Williamson)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glabratella patelliformis</i> (Brady)	2	0	2	1	0	1	0	0	2	1	2
<i>Lamarckiana excavata</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lenticulina cultrata</i> (Montfort)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lobatula lobatula</i> (Walker & Jacob)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neonodes auberi</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neonorbina terquemi</i> (Rzehak)	0	0	2	1	2	0	0	3	0	0	0
<i>Planorbulina mediterranensis</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rosalina globularis</i> D'Orbigny	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	2
<i>Rosalina vilardeboana</i> D'Orbigny	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0
<i>Sphaerogypsina globula</i> (Reuss)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hopkinsina bononiensis</i> (Fornasini)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Adelosina laevigata</i> D'Orbigny	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Adelosina pulchella</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ESPECIES PLAYAS Y DUNAS	DU9B	DU9C	DU11D	DU12C	DU13B	DU19A	DU27	DU33B	DU38	DU50	DU55
<i>Amphisorus hemprichii</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laevipeneroplis carinatus</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laevipeneroplis pertusus</i> (Förskal)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Massilina secans</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miliolinella circularis</i> (Bornemann)	1	0	14	0	0	5	0	3	0	0	8
<i>Miliolinella circularis</i> var. <i>Sublineata</i> (Brady)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miliolinella webbiana</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina agglutinans</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Quinqueloculina berthelotiana</i> D'Orbigny	10	1	34	0	0	4	0	2	0	2	20
<i>Adelosina disparilis</i> (D'Orbigny)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina lamareckiana</i> D'Orbigny	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina lata</i> Terquem	2	0	3	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Quinqueloculina quadrata</i> Nörvang	11	1	14	1	8	2	0	6	0	1	27
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linné)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina vulgaris</i> D'Orbigny	2	1	2	2	5	0	0	3	0	0	4
<i>Sigmolina grata</i> (Terquem)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Spiroloculina cymbium</i> Cushman & Todd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triloculina affinis</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globigerina bulloides</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Globigerinoides ruber</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Globigerinoides sacculifer</i> (Brady)	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Globorotalia crassaformis</i> (Galloway & Wissler)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Globorotalia truncatulinoides</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Otros	1	0	1	0	1	0	0	2	0	0	1
Total	75	5	128	11	34	18	4	31	5	8	98

Especies Charca-Tanocensis	CH1A	CH1C	CH1F	CH6A	CH6C	CH6F	CH9A	CH9D	CH9F	CH9H	CH9K	PLA	PLD	PLF	PLH	PLK
<i>Aercvulina inhaerens</i> Schultze	0	0	27	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ammonia beccarii</i> (Linné)	0	15	0	0	0	102	48	68	2	53	5	5	1	2	0	0
<i>A. beccarii</i> (Linné) var. <i>parkinsoniana</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	7	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Angulegerina angulosa</i> (Williamson)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson)	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Astrononion stelligerum</i> (D'Orbigny)	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina pseudoplicata</i> HeronAllen & Earland	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bolivina punctata</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cibicides refulgens</i> Montfort	3	11	2	0	1	0	6	0	0	0	0	9	0	3	2	12
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll)	1	3	1	0	0	0	0	1	0	4	0	0	2	2	2	3
<i>Eponides repandus</i> (Fichtel & Moll)	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	2
<i>Fissurina lucida</i> (Williamson)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glabratelya patelliformis</i> (Brady)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Lenticulina cultrata</i> (Montfort)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Lobatula lobatula</i> (Walker & Jacob)	0	7	0	0	0	0	0	1	0	3	1	0	2	0	0	0
<i>Neonionoides grateolupi</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Neoponodes auberi</i> (D'Orbigny)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rosalina anomala</i> Terquem	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rosalina vilardeboana</i> D'Orbigny	0	2	0	0	1	13	180	5	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Adelosina laevigata</i> D'Orbigny	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Massilina secans</i> (D'Orbigny)	0	5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	6	1	0	0	1
<i>Miliolinella aff. circularis</i>	0	21	53	0	0	24	41	132	5	18	0	0	0	0	0	0
<i>Miliolinella circularis</i> (Bornemann)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Miliolinella aff. subrotunda</i>	0	0	3	0	0	0	38	0	0	214	4	0	0	0	0	0
<i>Miliolinella subrotunda hauerinoides</i> (Rhumbler)	0	0	12	0	0	147	2	225	0	4	48	0	0	0	0	0

Especies Charca-Tanocenosís	CH1A	CH1C	CH1F	CH6A	CH6C	CH6F	CH9A	CH9D	CH9F	CH9H	CH9K	PLA	PLD	PLF	PLH	PLK
<i>Miliolinella webbiana</i> D'Orbigny	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina berthelotiana</i> D'Orbigny	0	20	1	1	0	1	2	0	0	2	0	7	1	0	1	7
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i> D'Orbigny	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina poeyana</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina quadrata</i> Nörvang	1	9	1	0	3	1	0	0	0	5	1	12	0	3	4	2
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linné)	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina vulgaris</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1
<i>Sigmolina grata</i> (Terquem)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Triloculina affinis</i> D'Orbigny	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
<i>Triloculina trigonula</i> (Lamarck)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Trochammina inflata</i> (Montagu)	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globigerinoides ruber</i> (D'Orbigny)	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0
<i>Globigerinoides sacculifer</i> (Brady)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Total	8	112	104	4	5	324	338	446	7	320	60	53	11	10	9	32

Especies Charca-Biocenosís	CH1A	CH1C	CH1F	CH6A	CH6C	CH6F	CH9A	CH9D	CH9F	CH9H	CH9K	PLA	PLD	PLF	PLH	PLK
<i>Ammonia beccarii</i> (Linné)	0	9	6	0	0	88	5	9	0	9	2	0	0	0	0	2
<i>A. beccarii</i> (Linné) var. <i>parkinsoniana</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miliolinella aff. circularis</i>	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miliolinella subrotunda hauerinoides</i> (Rhumbler)	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rosalina vilardeboana</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina quadrata</i> Nörvang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Adelosina laevigata</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Miliolinella circularis</i> (Bornemann)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Total	0	9	9	0	0	122	11	16	0	9	2	0	0	3	0	4

ESPECIES SONDEO	0m	1,80m	4m	8m	9m	11,80m	15,60m	19m
<i>Ammonia beccarii</i> (Linné)	0	1	2	1	5	10	16	9
<i>Anguigerina angulosa</i> (Williamson)	0	3	0	2	0	13	2	9
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson)	0	0	0	3	14	31	4	29
<i>Astronion stelligerum</i> (D'Orbigny)	0	0	0	1	3	3	0	6
<i>Bolivina pseudoplicata</i> HeronAllen & Earland	0	2	0	1	22	24	13	31
<i>Bolivina punctata</i> D'Orbigny	0	0	0	0	6	0	0	2
<i>Bulimina elongata</i> D'Orbigny	0	0	0	0	2	5	4	6
<i>Cassidulina crassa</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	2	0	1
<i>Cibicides refulgens</i> Montfort	0	0	0	0	59	107	51	48
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	0	2	3	6	0	0	0	0
<i>Elphidium crispum</i> (Linné)	0	0	0	0	21	22	0	16
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll)	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Eponides repandus</i> (Fichtel & Moll)	0	0	2	0	3	5	1	3
<i>Fissurina lucida</i> (Williamson)	0	0	0	0	0	2	0	1
<i>Fissurina marginata</i> (Montagu)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glabrata patelliformis</i> (Brady)	0	0	1	2	7	11	0	4
<i>Lamarckiana excavata</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Lenticulina cultrata</i> (Montfort)	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Lobatula lobatula</i> (Walker & Jacob)	2	22	23	33	1	0	0	9
<i>Neoponodes auberi</i> (D'Orbigny)	0	2	1	5	0	0	0	0
<i>Neouvigerina porrecta</i> (Brady)	0	1	0	0	10	0	0	0
<i>Rosalina globularis</i> D'Orbigny	0	0	0	0	2	3	0	3
<i>Rosalina vilardeboana</i> D'Orbigny	0	1	0	1	3	7	0	9
<i>Adelosina disparilis</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Adelosina duthiersi</i> Schlumberger	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Adelosina pulchella</i> (D'Orbigny)	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Laevipeneroplis pertusus</i> (Forskal)	0	0	2	0	1	0	0	0

ESPECIES SONDEO

	0m	1,80m	4m	8m	9m	11,80m	15,60m	19m
<i>Laevipeneroplis planatus</i> (Fichtel & Moll)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Massilina secans</i> (D'Orbigny)	0	0	1	0	1	10	11	5
<i>Miliolinella circularis</i> (Bornemann)	0	3	0	0	3	9	4	2
<i>Miliolinella circularis</i> var. <i>sublineata</i> (Brady)	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu)	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Miliolinella webbiana</i> D'Orbigny	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Quinqueloculina berthelotiana</i> D'Orbigny	2	11	6	4	30	56	32	31
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i> D'Orbigny	0	2	0	0	1	7	2	3
<i>Quinqueloculina lata</i> Terquem	0	1	4	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina quadrata</i> Nörvang	0	8	6	0	9	12	34	20
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linné)	0	0	0	0	8	0	1	0
<i>Quinqueloculina vulgaris</i> D'Orbigny	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Sigmolina grata</i> (Terquem)	0	0	0	0	2	1	2	1
<i>Spiroloculina venusta</i> Cushman & Todd	0	0	0	0	1	1	5	0
<i>Triloculina affinis</i> D'Orbigny	0	4	3	2	1	7	11	2
<i>Triloculina rotunda</i> D'Orbigny	0	4	0	0	0	0	0	0
<i>Textularia pseudogramen</i> Chapman & Parr	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Globigerina bulloides</i> D'Orbigny	0	0	0	0	4	4	0	0
<i>Globigerina falconensis</i> Blow	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>Globigerinella obesa</i> (Bolli)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globigerinoides ruber</i> (D'Orbigny)	0	0	1	1	3	10	12	0
<i>Globigerinoides sacculifer</i> (Brady)	0	0	0	0	5	8	4	0
<i>Globorotalia truncatulinoides</i> (D'Orbigny)	0	0	0	1	2	3	0	0
<i>Pulleniatina obliquiloculata</i> (Parker & Jones)	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Turborotalia humilis</i> (Brady)	0	0	0	0	2	0	0	0
Otros	0	2	0	3	0	4	1	4
Total	4	71	56	66	246	378	210	255

*SEMCHEN TAMCHE DEWA DANG DEWE
GYU DANG DENPAR GYURCHIG,
DUK-NGAL DANG DUK-NGAL JI GYU
DANG DRALWAR GYURCHIG,
DUK-NGAL MEPE DEWA DAMPA DANG
MIDRALWAR GYURCHIG,
ÑERING CHAGDANG DANG DRALWE
TANGÑOM CHEPO LA NEPAR GYURCHIG.*