

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria

Jordi Martínez Samper

Máster en Gestión Costera

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Dirigida por:

Dr. Ricardo Haroun Tabraue

Dr. Luis Hernández-Calvento

Diciembre de 2011

Esta tesina de final de máster en Gestión Costera de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria ha sido realizada por Jordi Martínez Samper y dirigida por el Dr. Ricardo Haroun Tabraue y el Dr. Luis Hernández-Calvento.

Los directores,

Fdo. Ricardo Haroun Tabraue

Fdo. Luis Hernández-Calvento

El alumno,

Fdo: Jordi Martínez Samper

En Las Palmas de Gran Canaria, diciembre de 2011

Agradecimientos

Todo trabajo tiene sus inicios, sus aventuras, sus problemas, sus discusiones. Pero al final, con buenos consejos y ganas de seguir adelante, las iniciativas siguen y acaban dando buenos frutos. Es por eso que quiero agradecer a Ricardo y a Luis el esfuerzo que han prestado para que pudiera realizar el trabajo que tenéis en vuestras manos. Sin las sugerencias, oportunidades y horas frente al ordenador, esto no hubiera sido posible. Muchas gracias a los dos.

Agradecer especialmente a Fernando Espino Rodríguez sus aportaciones cartográficas y su conocimiento sobre la especie.

Hace ya más de dos años llegué a Las Palmas para empezar un camino nuevo en mi vida. Dejaba una etapa dónde había vivido rodeado de mar, para empezar a disfrutar de una isla, envuelta de mar y en el mar. Es por eso que quiero dar las gracias a toda la gente que he conocido aquí a lo largo de este tiempo: colegas, compañeros, escaladores, surfers, buceadores,... hay un poco de todo, como todo lo que puedes hacer y disfrutar en la playa de las Canteras. ¡Esto sí que lo echaré de menos!

Gracias también a los colegas que me han acompañado en el máster. Helios, por sus grandes cualidades culinarias... para hacer pasta. Carolina, ¿sabes cómo hacer esto con ArcView? Gracias por resolver dudas de trabajo, existenciales y filosóficas. Chico, ¿ahora nos tocará gestionar un poco la costa en Brasil, no?

Acordarme también de la gente del Departamento de Geografía, resolviendo dudas y aguantando mis “¿Perdona, tienes un momentito?”. Igualmente, agradecer a la gente de BIOGES sus aportaciones sobre la seba, y a los compañeros de barco darles las gracias por sus dotes como cantante y por mantenerme informado de lo que pasa en la tele.

Agradecer el apoyo que me han dado mis padres y mi hermana en todo momento. Y las ganas que tienen la semana que viene de venir a Canarias... A mis abuelos, por preocuparse siempre de qué como, de qué hago, de si veo el Barça, de si cuando vuelvo.... Àvia, iaios, tranquils que en un mes ja em tindreu per allí.

Y por último, recordarme de los amigos que siguen mi vida tropical des de Barcelona. Aunque muchos no os lo creyeráis, algo hacía en Canarias, y aquí tenéis el resultado. Gracias por vuestras visitas y siempre estaréis invitados a volver.

Moltes gràcies a tots!!!

Índice

Resumen	7
Abstract	7
1. Presentación	9
2. Introducción	11
2.1 Objetivos	15
3. Información básica sobre la especie	17
3.1 Aspectos ecológicos	17
3.1.1 Distribución	17
3.1.2 Requerimientos ecológicos	18
3.1.3 Características morfológicas	20
3.1.4 Ciclo anual de reproducción y crecimiento	21
3.1.5 Estructura de las praderas	22
3.1.6 Importancia ecológica	22
3.1.7 Asociaciones biológicas en el sebadal	23
3.2 Impactos que afectan a los sebadales	24
3.3 Estatus legal de la especie	25
4. Aproximación a los sistemas de información geográfica (SIG)	27
4.1 Definición de los SIG	27
4.2 Formatos y herramientas de los SIG	28
4.2.1 Formatos de los datos geográficos	28
4.2.2 Entrada de datos geográficos	30
4.2.2.1 Georreferenciación de imágenes	30
4.2.2.2 Digitalización y edición de datos espaciales	30
4.2.3 Manejo de los datos espaciales	31
4.2.3.1 Interpolación espacial: kriging	31
4.2.3.2 Consulta espacial	33
4.2.4 Análisis de datos	33
4.2.5 Presentación de los datos	34
5. Metodología para la obtención de nuevos datos y tratamiento	37
5.1 Material y métodos para la obtención de los datos	37
5.2 Preparación de los datos con el SIG	39
5.3 Procesamiento de los errores	41

6. Resultados	43
6.1 ZEC Bahía del Confital	44
6.2 Franja marina de Las Palmas de Gran Canaria	47
6.3 Franja marina de Telde	51
6.4 ZEC Bahía de Gando	57
6.5 Playa de Vargas	61
6.6 ZEC Playa del Cabrón	65
6.7 Arinaga	69
6.8 Juan Grande	73
6.9 Juncalillo del Sur	77
6.10 ZEC Seadales Playa del Inglés	81
6.10.1 Tramo Bahía Feliz-San Agustín	82
6.10.2 Playa del Inglés	87
6.11 ZEC Franja marina de Mogán	90
7. Discusión	97
7.1 La playa de las Canteras: el enterramiento de la seba	98
7.2 La costa noroeste: vertidos, tráfico marítimo y jaulas de acuicultura	99
7.3 Bahía de Gando: un caso inexplicable	101
7.4 Arinaga: conservación vs construcción	102
7.5 El sur de Gran Canaria: ocio y seba	104
7.6 Pasito Blanco y Bahía de Santa Águeda: la desprotección ilógica	106
8. Conclusiones, recomendaciones y propuestas de gestión	109
9. Bibliografía	113

Resumen

El seguimiento de los cambios en la extensión de las praderas de fanerógamas marinas resulta una importante herramienta para la conservación de la biodiversidad costera. En este trabajo se analiza la evolución de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la costa oriental y el sur de Gran Canaria (islas Canarias, España) a lo largo de las dos últimas décadas. Muchos tramos se encuentran protegidos por la Directiva Hábitats, mientras que otros se localizan en las inmediaciones de zonas urbanas, industriales y turísticas. Para el desarrollo del trabajo se han procesado y comparado datos históricos de 1984, 2002 y 2006. Igualmente se ha realizado una campaña científica para obtener nuevos datos y ver la situación en la actualidad. Toda esta información fue integrada en un sistema de información geográfica (SIG), aplicándose técnicas de superposición espacial. Los resultados obtenidos muestran una pérdida general de la superficie ocupada por *C. nodosa* en casi todos los sectores, aunque se observa una clara diferencia entre las zonas protegidas y las que no. También se ha detectado una mayor presencia del alga verde *Caulerpa spp.*

Abstract

Monitoring changes in the extent of seagrass beds are a very useful tool for the conservation of coastal biodiversity. This study analyzes the evolution of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson meadows in the East and the South of Gran Canaria (Canary Islands, Spain) along the last two decades. Many sectors are protected by the Habitats Directive, while others are located near urban, industrial and touristic areas. Historical data from 1984, 2002 and 2006 surveys were compiled and processed. Also, a scientific survey was done to obtain present data and compare today situation with historical data. All this information was integrated into a geographic information system (GIS), and spatial overlay techniques were applied. The results show an overall loss of the area occupied by *C. nodosa* meadows, although there is a clear difference between protected and unprotected areas. Also, it has been detected an increase of the green algae *Caulerpa spp.*

1. Presentación

El trabajo científico que se presenta a continuación se enmarca como proyecto final del máster oficial en Gestión Costera de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. La realización de estos estudios se ha realizado gracias a una beca de la Fundación La Caixa para estudios de máster en España otorgada en julio de 2009. El carácter interdisciplinar del postgrado, me ha permitido profundizar mis conocimientos científicos y sociales sobre el litoral, al mismo tiempo que he aprendido a valorar la costa como un conjunto de muchos factores que se deben de interpretar conjuntamente.

Realizando las prácticas de máster en el centro de Cooperación para el Mediterráneo de IUCN (International Union for Conservation of Nature) en Málaga, trabajé en varios proyectos internacionales de gestión costera y de Áreas Marinas Protegidas (AMP). El carácter internacional de la institución, me permitió abordar asuntos sobre la gestión de redes de ENP, profundizar sobre la afectación del cambio climático en las zonas litorales y participar en proyectos de trabajo a nivel regional sobre fanerógamas marinas, entre muchos más.

De este aprendizaje surgió la idea de trabajar en la gestión de una especie marina emblemática para Canarias como es la seba. Con esta base, pensando en la realización de un trabajo científico, e introduciendo el interés que tenía en el aprendizaje de los sistemas de información geográfica, me puso en contacto con dos de los profesores del máster: Ricardo Haroun Tabraue, profesor del departamento de Biología de la ULPGC y coordinador de BIOGES (Centro de Biodiversidad Y Gestión Ambiental), y con Luis Hernández-Calvento, profesor del departamento de Geografía Física y Medio Ambiente, que finalmente se convertirían en los tutores del trabajo.

Hasta la fecha, hay numerosos trabajos realizados sobre los seabadales en el archipiélago canario, pero nunca antes se ha hecho nada sobre la evolución temporal del hábitat de estas comunidades para una isla. Gran Canaria, por sus condiciones climáticas favorables y su carácter insular, tiende a un incremento de la población costera que afecta a la franja marina más somera, lugar donde crece la planta. Esta afectación se puede observar año tras año en algunos puntos de inmersión de la isla,

pero no hay información que cuantifique el cambio sucedido en el tiempo. De aquí surgió el planteamiento de la problemática a tratar en el estudio: ¿Cómo han variado las poblaciones de *Cymodocea nodosa* a lo largo de los años? ¿A partir de qué información se puede trabajar para solucionar la cuestión? ¿Cómo es la situación actual?

Con estas cuestiones y muchas ganas de aprender, el trabajo empezó en marzo de 2011. Para mostrar todo lo realizado en este tiempo, el presente documento se estructura de la siguiente manera: en la primera parte, se da a conocer el objeto principal de estudio que es la fanerógama marina *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson. También se tratan las características de los SIG, herramienta utilizada para el estudio de las poblaciones. En una segunda parte, se da a conocer toda la información existente para abordar la cuestión, el proceso de tratamiento de la información disponible y obtención de nuevos datos en la actualidad. Posteriormente, se muestran los resultados obtenidos y el análisis de estos, mostrando los cambios de cobertura que se han dado para las poblaciones en la isla de Gran Canaria. Para finalizar, se comentaran posibles medidas de gestión y aplicaciones que se puedan dar en el futuro.

2. Introducción

Las fanerógamas marinas forman las comunidades autotróficas más productivas del planeta, y en su mayoría son especies fundacionales, que modelan el paisaje submarino y generan hábitats para la fauna de invertebrados móviles y peces de interés comercial.

En las islas Canarias se conocen cuatro especies de fanerógamas marinas: *Cymodocea nodosa*, *Halophila decipiens*, *Zostera noltii* y *Rupia maritima*, aunque esta última algunos autores creen que no debe ser considerada una fanerógama marina, ya que vive exclusivamente en aguas salobres y no en aguas oceánicas (Reyes et al., 1995). *Cymodocea nodosa*, la más abundante de las cuatro, es una especie clave en los hábitats litorales, formando praderas o seadales imprescindibles para el mantenimiento de los ecosistemas marinos, así como del sistema costero sub-aéreo.

Aunque por su importancia ecológica la especie se encuentre protegida bajo distintas normativas europeas, su situación legal en el archipiélago quedó desamparada con la publicación de un nuevo catálogo de especies amenazadas de las islas Canarias en el 2010 (Ley 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas), al haber perdido la categoría de “interés especial”, por la de “interés para los ecosistemas canarios” (una figura de nueva creación que únicamente protege a la especie cuando se encuentre en un Espacio Natural Protegido).

En los últimos años se ha podido comprobar la afectación de muchas praderas por diferentes impactos, como la construcción de nuevas obras costeras, la contaminación por emisarios o por vertido de salmueras, y el enterramiento por sedimentación.

Por lo que respecta al inventario de los seadales presentes alrededor de la isla de Gran Canaria, en el año 1987 se hizo una primera aproximación cartográfica, aunque solamente se incluyeron aquellos que se encontraban a menos de 10 metros de profundidad. En años posteriores se han realizado estudios más exhaustivos y completos. No obstante, no se han abordado hasta el momento análisis espacio-temporales, que pongan al descubierto la evolución histórica del estado de conservación de los seadales, ni a nivel regional ni tampoco a nivel insular.

Precisamente, ese es el objetivo principal de este trabajo de investigación, que pretende mostrar la evolución de la especie a lo largo de las últimas décadas, haciendo uso para ello de la totalidad de la información disponible hasta el momento actual.

Las praderas de fanerógamas marinas, dadas sus características como ecosistema, han sido mundialmente reconocidas como prioritarias para la conservación. En Canarias, la estrategia de conservación viene dada por el marco de actuaciones siguiente: el seguimiento de las poblaciones, con cartografía de las praderas y del hábitat (Wildpret et al., 1987; MMA, 2002; Espino et al., 2003; MMA, 2006), la identificación genética de las poblaciones (Alberto et al., 2006; Blanch et al., 2006), la aplicación de medidas de gestión integral del litoral, las acciones de regeneración (Zarranz et al., 2010), la realización de trasplantes (Ruiz et al., 2006), el establecimiento de medidas legales de protección, y el desarrollo de campañas de educación y sensibilización ambiental, entre otras (Espino et al., 2008).

A la vista de estos antecedentes, se puede concluir que son muchos los trabajos realizados en el archipiélago que abarcan el estudio de los sebadales, así como actuaciones desarrolladas para su preservación, pero en muy pocos casos se ha abordado una evolución histórica del hábitat de la especie. De hecho, el único lugar donde se ha comparado la evolución espacio-temporal de *Cymodocea nodosa* ha sido en la playa de las Canteras, en Las Palmas de Gran Canaria (Pavón-Salas et al., 1998). Ello ha estado motivado, probablemente, por el reducido tamaño del hábitat, por la singularidad del espacio, o por la facilidad de muestreo.

Para analizar la evolución espacio-temporal de los sebadales en las distintas localizaciones de Gran Canaria, se cuenta con una serie de mapas de distintos años y características. La primera referencia de que se dispone es un documento cartográfico del año 1984, que forma parte de un estudio de flora realizado en todo el litoral canario (Wildpret et al., 1987). Esta cartografía solamente muestra las praderas de *Cymodocea nodosa* localizadas a profundidades inferiores de 10 metros. El estudio se realizó mediante buceadores y sin la utilización de aparatos de medición, por lo que los datos deben ser considerados con ciertas precauciones, no obstante reconociendo el valor de ser la referencia más antigua para la isla.

El trabajo correspondiente al año 2002 forma parte del *Estudio Ecocartográfico de la zona sur del litoral de Gran Canaria* (MMA, 2002). El objetivo del proyecto era la realización de un soporte cartográfico detallado entre la Punta de la Aldea (T.M. de San Nicolás de Tolentino) y la Punta de Gando (T.M. de Telde). Si bien el proyecto empezó en 1999 y se publicó en 2002, en él no se menciona el momento exacto en que se realizó el trabajo de inventario de las comunidades bentónicas, por lo que se toma el 2002 como año de referencia.

El material utilizado para la toma de muestras fue una embarcación neumática equipada con un sistema de posicionamiento, un ecosondador de precisión y una cámara de video submarina. Los transectos se realizaron perpendiculares a la costa, cada 250 metros, realizándose también transectos paralelos de corte. La integración de los datos se realizó haciendo uso del programa ArcGIS 8.1, de ESRI. El estudio se realizó sobre el elipsoide WGS-84, con proyección UTM (huso-28N). La clasificación de las praderas se realizó en tres componentes: sebadal, sebadal disperso y fondos mixtos (*Cymodocea nodosa* con otras especies vegetales); también se cartografió la superficie ocupada por el alga verde *Caulerpa spp.*

Aparte de la información de las distintas comunidades biológicas que ocupan los fondos marinos de Gran Canaria hasta los 50 metros de profundidad, el estudio también incorporaba otros datos relativos al medio natural. Entre ellos, destacan la concentración de nutrientes en el sedimento (nitratos y fosfatos), el tipo de sedimento, la materia orgánica disuelta en la columna de agua, pH, la salinidad y la temperatura del agua.

En el año 2003, la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias encargó una nueva cartografía, con el fin de actualizar el estudio realizado en 2002, y así abordar el seguimiento de *Cymodocea nodosa* en Gran Canaria (Espino et al., 2003). Para ello se utilizó la técnica del videoarrastre, y se consideró la cartografía de 2002 como referente base, sobre el que realizar la corrección. No obstante, y a diferencia de su antecedente, en este estudio no se incluye la superficie ocupada por *Caulerpa spp.* Considerando este aspecto, además del hecho de que las diferencias con el estudio de 2002 son mínimas, se decidió prescindir de esta información para el trabajo actual.

La siguiente referencia de que se dispone es del año 2006, aunque no coincide en el espacio con la anterior, ya que se trata del *Estudio Ecocartográfico de la zona norte del litoral de Gran Canaria* (MMA, 2006), es decir, el mismo trabajo que se realizó en el 2002, pero para el resto de la isla. En este caso no disponemos de la información sobre la metodología del trabajo, ya que, a pesar de que se trata de un documento de acceso libre, el material entregado a la Facultad de Ciencias del Mar está inutilizable, al igual que el disponible en la Demarcación de Costas de Canarias en Las Palmas de Gran Canaria. Las clases que contiene son sebadal, sebadal disperso y caulerpal.

También disponemos para el año 2006 de un trabajo realizado por la empresa CIMA para el Ayuntamiento de Agüimes, del cual desconocemos sus características técnicas, pues no han sido facilitadas por los autores. En este estudio, la clasificación de la vegetación es la siguiente: sebadal, sebadal mixto con *Caulerpa prolifera*, sebadal mixto con *Caulerpa racemosa*, sebadal mixto con *Caulerpa prolifera* y *Avrainvillea canariensis*, sebadal mixto con *Caulerpa racemosa* y *Caulerpa prolifera*.

Para completar el ciclo, se inició en junio de 2011 una campaña de obtención de datos de la situación actual de las praderas, gracias al proyecto GESMAR (Programa Transfronterizo de la UE) concedido al Cabildo de Gran Canaria y a través del cual se ha formalizado un Convenio de Asesoramiento científico a BIOGES (Centro de Biodiversidad y Gestión Ambiental de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria). La información detallada relativa a esta campaña se integra en el capítulo metodológico de este trabajo.

2.1 Objetivos

Considerando estos antecedentes, los objetivos de este trabajo de investigación son los siguientes:

- Determinar la evolución espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria mediante el análisis comparado de la información cartográfica disponible hasta el momento.
- Obtener información de la situación actual de los seadales grancarios mediante trabajos de campo.
- Identificar los hábitats potenciales de la especie.
- Identificar las presiones que pueden afectar a la regresión de esta especie.
- Proponer medidas de gestión útiles para la conservación y desarrollo de *Cymodocea nodosa* en Gran Canaria.

3. Información básica sobre la especie

Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson pertenece a la familia Cymodoceae, que comprende los géneros exclusivamente marinos *Amphibolis*, *Cymodocea*, *Halodule*, *Syringodium* y *Thalassodendron*. El género *Cymodocea* reúne cuatro especies ampliamente distribuidas por los mares templados y tropicales, con la excepción de las costas del continente americano (*Cymodocea angustata*, *Cymodocea rotundata* y *Cymodocea serrulata* en el Indo-Pacífico, Y *Cymodocea nodosa* en el Atlántico Oriental).

3.1 Aspectos ecológicos de la especie

Dado que el estudio que se aborda tiene una clara componente cartográfica, se presentan a continuación los rasgos más relevantes de la especie, conforme a los objetivos marcados, aunque sin entrar en detalles en lo que se refiere a aspectos reproductivos y genéticos.

3.1.1 Distribución

Cymodocea nodosa es la primera fanerógama marina, por su representatividad y por su importancia ecológica, en la costa noroccidental de África y Canarias (Luque y Templado, 2004). Siendo una especie de origen tropical, su distribución está restringida al Mediterráneo (sin llegar a penetrar en el Mar Negro), y al Atlántico nororiental, desde el sur de Portugal hasta la costa de Senegal a lo largo de la costa noroeste africana y abarcando también los archipiélagos de Canarias y Madeira.

En las islas Canarias, las praderas marinas de esta especie se conocen como sebadales y se distribuyen principalmente en los tramos costeros poco expuestos al oleaje y protegidos en la zona suroriental, sur o suroccidental de las islas centrales (Tenerife y Gran Canaria) y orientales (Fuerteventura y Lanzarote). Esta distribución se debe a que estas islas son las más antiguas y erosionadas, con una plataforma insular sumergida de mayores dimensiones y, por tanto, con mayor disponibilidad de sustratos sedimentarios (Haroun et al., 2003). En el Hierro, La Gomera y La Palma

están citados algunos parches entre los años 1991 y 1995, dentro de los muelles de la costa oriental (Reyes et al., 1995; Pavón-Salas et al., 2000), y otras referencias aún por confirmar (**Figura 1**).

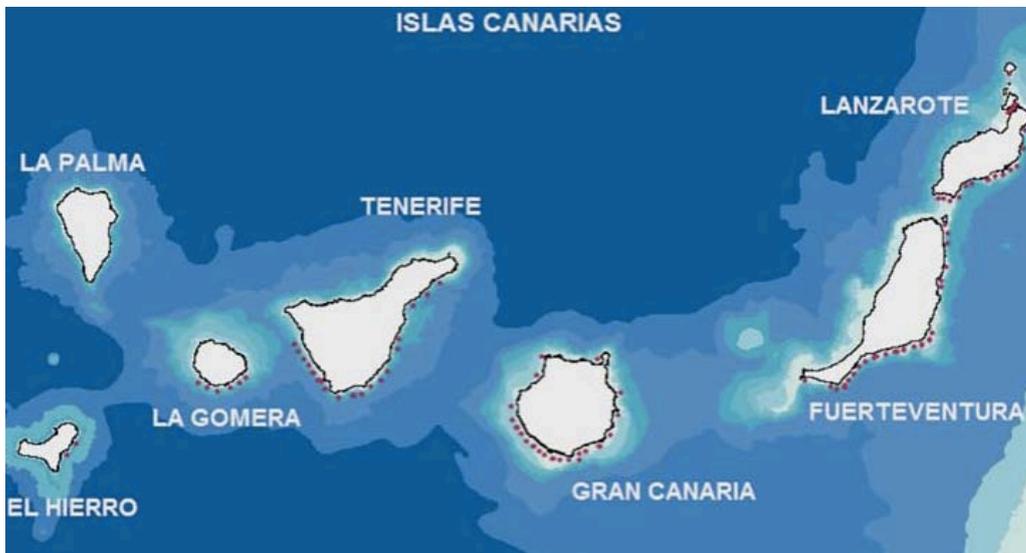


Figura 1. Distribución de los sebales en las Islas Canarias. (Espino et al., 2008)

En el caso concreto de la isla de Gran Canaria, la especie crece en diferentes tramos de costa en el Este, Sureste y Suroeste. Hasta la última referencia citada como pradera en el 2003 (Espino et al., 2003), era la única isla con una comunidad situada en el Norte, en la Bahía del Confital, entre la playa de Las Canteras y la barra. Incluso antes de los años 80 aparecía fuera de la barra, en zonas más expuestas (Pavón-Salas, 2000).

3.1.2 Requerimientos ecológicos

Cymodocea nodosa es una planta típicamente colonizadora de bahías someras y tranquilas, con una amplia tolerancia ambiental, tanto en lo que se refiere a sus requerimientos lumínicos, como respecto a la eutrofización o salinidad del medio. Vive enraizada en el sedimento, y su ciclo de vida es totalmente marino. Por ello, sus principales requisitos ambientales son estar sumergida en el agua, disponer de suficiente iluminación y de un sustrato adecuado para enraizarse (Luque y Templado, 2004)

El crecimiento se da preferentemente en la zona infralitoral, generalmente entre 5 y hasta los 35 metros de profundidad (Reyes et al., 1995; Pavón-Salas et al., 2000; Espino, 2004), aunque en algunas localidades la podemos encontrar creciendo en charcos intermareales. Necesita de aguas muy transparentes, dónde llegue la radiación lumínica necesaria para su desarrollo (Pérez et al, 1994). Como todas las fanerógamas marinas, la irradiancia mínima que necesita es de al menos el 11‰ de la superficial. Por ello es importante la calidad de la columna de agua, ya que la cantidad de partículas disueltas afecta a la turbidez, y con ello a la cantidad de la luz que penetra hacia el fondo.

Esta especie soporta niveles de salinidad de hasta el 45‰, como en el caso de las plantas situadas en lagunas intermareales expuestas directamente a la radiación solar. También se han estudiado casos en el Mediterráneo de plantas que sobreviven a estas concentraciones cerca de vertidos de salmueras (Luque y Templado, 2004). Este valor puede variar hasta el 10‰ en estuarios, aunque, como en la mayoría de fanerógamas, el rango se sitúa entre el 30‰ y el 37‰.

El tipo de sustrato y la calidad de éste son muy importantes para el crecimiento de la planta. Se encuentran generalmente sobre sustratos arenosos o arenoso-fangosos (Espino et al., 2008). La planta puede crecer sobre estructuras sedimentarias móviles, siempre que su desplazamiento no provoque una tasa de enterramiento superior a la del crecimiento de los rizomas verticales, ni se erosione el sedimento con mayor frecuencia que el tiempo necesario para que una semilla pueda desarrollar un anclaje adecuado para esa pradera incipiente y cierre su ciclo de vida (Marbá y Terrados, 2004).

La calidad del sustrato también es importante en lo que se refiere a la cantidad de nutrientes disponibles, al tamaño de los granos y a la capacidad de anclaje de las plantas (Espino et al., 2008). Son claves las concentraciones de N y P disponibles en el sustrato y puede desarrollarse tanto en fondos pobres como enriquecidos con materia orgánica, tolerando condiciones de anoxia en el sedimento y concentraciones de sulfuro de hidrógeno en el agua intersticial mayores que otras fanerógamas marinas.

Por último, la dinámica marina es un factor limitante para el establecimiento de la planta. Cuando el sustrato es inestable, el asentamiento de los individuos es

bastante inviable como consecuencia de corrientes muy fuertes o de una intensidad del oleaje muy alta. Esto es lo que sucede en el Norte de la isla, el tramo de costa más influenciado por los vientos alisios de componente Noreste. Este hecho, combinado con la naturaleza rocosa de los fondos someros, hace que la especie no pueda establecerse fácilmente en la costa Norte.

3.1.3 Características morfológicas

Cymodocea nodosa, seba como se la conoce en Canarias, es una planta superior herbácea perenne que presenta tallo, raíces, hojas y flores (**Figura 2, derecha**). El tallo es herbáceo, de color rosado o anaranjado, con un sistema de rizomas horizontales largos, y los verticales más cortos y diferenciados, enterrados en el sedimento. Los rizomas horizontales están formados por entrenudos (espacio entre los nudos) de 2-3 mm de grosor y unos 25 mm de longitud (Marbá y Terrados, 2004) a intervalos regulares (entre 1 y 6 cm). Los entrenudos de los rizomas verticales son algo más finos que los horizontales y más cortos (1,4 mm de longitud).

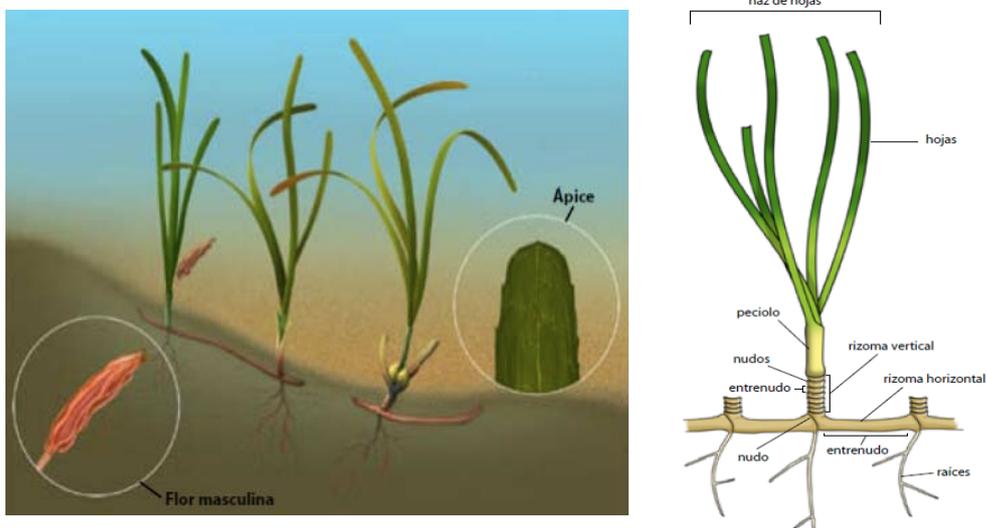


Figura 2. Izquierda: esquema de la anatomía de *Cymodocea nodosa*. Derecha: Estructura de la fanerógama marina. (Espino et al., 2008).

Las hojas se agrupan en haces situados en los extremos, tanto de los rizomas horizontales como verticales. Cada haz puede tener un número variable de hojas, dependiendo de la época del año (Guidetti et al., 2002), casi siempre de 2 a 4,

pudiendo llegar hasta las 10 hojas. Son hojas acintadas, alargadas y estrechas, con longitudes en Canarias desde los 10 hasta los 70 cm, con una anchura de unos 4 mm (Espino et al., 2004). El ápice es redondeado con una denticulación en el margen (**Figura 2, izquierda**). Presentan de 7 a 9 nerviaciones paralelas confluyendo en la zona apical. Poseen una vaina foliar que envuelve la base de las hojas y mide entre 2,5 y 7 cm, y cuando muere la hoja y se desprende de la planta, deja una cicatriz circular en forma de anillo en el rizoma, formando un nudo (Marbá y Terrados, 2004).

Las raíces, de un color blanquecino, se insertan en los rizomas horizontales y en los verticales a nivel de los nudos, ramificándose cuando entran en el sedimento, pudiendo llegar hasta los 35 cm de profundidad. Su diámetro puede llegar hasta los 2,25 mm en las raíces primarias, siendo más gruesas las formadas en los rizomas horizontales, ya que son las que fijan la planta al suelo. Los extremos son muy finos (hasta 0,08 mm) y están recubiertos por unos pelos absorbentes. En el Mediterráneo se han encontrado raíces de hasta 97 cm, promediando unos 600 m de raíces en un metro cuadrado, superficie que ocupa un 2% del sedimento (Marbá y Terrados, 2004). El entramado de rizomas y raíces es el que desempeña el papel principal en la nutrición, y los procesos de anclaje y de expansión de las praderas.

3.1.4 Ciclo anual de reproducción y crecimiento

Uno de los elementos más importantes para cartografiar las praderas vegetales marinas es conocer la época del año cuando están más desarrolladas. Esto permite conocer la distribución de la especie en el momento de máxima cobertura vegetal del sustrato, y por lo tanto, nos da mayor precisión sobre el patrón de distribución de las manchas de vegetación analizadas. *Cymodocea nodosa* tiene una gran variabilidad morfológica a lo largo de todo un año (Reyes et al., 1995). Normalmente, entre primavera y verano alcanzan los valores más altos en densidad de haces, número de hojas por haz, y en longitud y anchura de las hojas. Al contrario, en otoño e invierno es cuando encontramos los valores más bajos.

3.1.5 Estructura de las praderas

Para poder hacer un estudio cartográfico de fanerógamas marinas también es importante conocer la estructura espacial de las praderas. *Cymodocea nodosa* puede formar parches diseminados de diferentes tamaños, normalmente en profundidades de 5 a 10 metros, y praderas más continuas en el fondo, hasta los 20 metros (Reyes et al., 1995; Pavón-Salas, 2000). Normalmente, según el tipo de fondo y la hidrodinámica de la zona, se dan combinaciones de los dos tipos. A partir de los 20 metros el sebadal se va volviendo más laxo y se asocia con *Caulerpa prolifera*, alga verde que puede llegar hasta los 50 metros de profundidad. Así mismo, se tiene que tener en cuenta que la estacionalidad de la especie marca algunas características de las praderas, con mayor o menor protagonismo para otras especies marinas.

3.1.6 Importancia ecológica

Las fanerógamas marinas son las comunidades marinas más productivas del planeta (Duarte y Chiscano, 1999), además modelan el paisaje marino y generan hábitats para los invertebrados móviles y muchas especies de peces. Constituyen, por lo tanto, ecosistemas de importancia vital para la biodiversidad costera (Hemminga y Duarte, 2000) siendo objetivo prioritario de conservación en diversas zonas costeras del planeta.

Se han realizado diversos estudios sobre la fauna asociada a los sebadales canarios (Tuya et al., 2002, 2006; Espino et al., 2011). Estos trabajos demuestran que durante la época de crecimiento de la planta, este hábitat constituye una auténtica “guardería” para muchos estadios juveniles de diversas especies de peces, algunas de interés comercial. Esto favorece al mantenimiento de la diversidad de peces litorales (Espino et al., 2011).

Igualmente, se conoce que los sebadales participan en muchos procesos dinámicos importantes para los ecosistemas costeros: contribuyen al reciclaje de nutrientes; exportan materia orgánica y enriquecen otros ecosistemas litorales; contribuyen a la conservación del litoral, ya que amortiguan el efecto del oleaje y estabilizan el sedimento (Espino et al., 2008; Roig-Munar, 2011).

3.1.7 Asociaciones biológicas en el sebadal

Son muchas las especies que desarrollan algún momento de su ciclo vital entre las hojas de *Cymodocea nodosa* o sobre ellas, en el caso de los epífitos. Seguramente la asociación más importante, desde el punto de vista cartográfico (ya que muchas veces ocupan el mismo fondo), es con *Caulerpa prolifera*. Esta alga verde se encuentra muy distribuida en el piso infralitoral arenoso, y juntamente con la seba forman las praderas mixtas. *Caulerpa prolifera* puede llegar hasta los 50 metros de profundidad, así que encontraremos caulerpales a mayores profundidades. Muchas veces se ha interpretado la presencia del alga como un estadio de regresión de los sebadales, provocada por alguna modificación en el medio, pero hay datos contradictorios al respecto (Pavón-Salas, 2000).

3.2 Impactos que afectan a los sebadales

Las presiones e impactos generados por diferentes actividades humanas están actuando sobre las fanerógamas marinas a escala global, como sucede en muchos sistemas costeros hoy en día. Se ha estimado la tasa de pérdida anual entre el 2 y el 5 %, valores superiores a los arrecifes de coral (Duarte y Gattuso, 2008). Aunque la seba sea una especie bastante tolerable, cuando hay perturbaciones en el medio que superan los valores máximos de tolerancia para la especie, pueden producirse pérdidas de biomasa importantes.

No solamente existen las presiones antrópicas sobre los sebadales, también nos podemos encontrar con fenómenos naturales, como pueden ser fuertes temporales marinos, que provocan importantes modificaciones estructurales sobre esas praderas. El movimiento de los sedimentos, por acción del oleaje, puede producir el enterramiento de la planta, o al contrario, pueden dejar al descubierto las raíces y los rizomas. El caso más claro de enterramiento en Gran Canaria ha sucedido en la zona de la playa de Las Canteras, siendo el motivo la acumulación de sedimentos en la costa por bloqueo del transporte eólico, con la consiguiente asfixia y muerte de los sebadales existentes en dicho tramo costero.

Por otro lado, hay numerosos impactos antrópicos que afectan a la comunidad vegetal de *Cymodocea nodosa*: vertidos de aguas residuales y salmueras, construcciones de infraestructuras costeras y playas artificiales, el anclaje de embarcaciones (sobre todo en el Mediterráneo), la mala instalación de jaulas para la acuicultura, modalidades de pesca potencialmente destructivas, como el arrastre, y la introducción de especies invasoras (Espino et al., 2008). Todos estos impactos se dan en los sebadales estudiados, y sus efectos se presentarán de forma más exhaustiva en el presente trabajo.

3.3 Estatus legal de la especie

Como se ha comentado hasta ahora, la elevada importancia ecológica de estos ecosistemas junto con los crecientes impactos y regresiones que están experimentando es tal, que han debido ser amparados por normativas de protección a distintos niveles.

Por lo que respecta a la normativa europea, en el Anexo I del Convenio de Berna de 1979 (Decisión 82/72/CEE del Consejo, de 3 de diciembre de 1981, referente a la celebración del Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa), se protege esta especie en el Mediterráneo. También se protege mediante la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres) en su Anexo I, código 1110 *Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profundos*, que hace referencia al sustrato donde crecen preferentemente estas praderas marinas.

A nivel del Atlántico Norte, la especie está reconocida por el Convenio OSPAR como un hábitat amenazado o en retroceso desde junio de 2008. Este convenio en la actualidad no es de aplicación en Canarias, al quedar el archipiélago fuera del ámbito geográfico considerado.

A pesar de la importancia ecológica que tiene en las islas Canarias, aún no ha sido catalogado e incluida como un hábitat prioritario por la Directiva Hábitats (Espino et al., 2008). En el tramo costero de Gran Canaria, dónde encontramos seadales, hay establecidos una serie de Espacios Naturales Protegidos (ENP), cuyo propósito es la protección de este hábitat a través de la figura de LIC (Lugares de Importancia Comunitaria), formando parte de la red Natura 2000. Todos los LICs marinos de Canarias han sido declarados como Zonas de Especial Conservación por una reciente orden ministerial (BOE 221, del 14 de septiembre de 2011) dentro de la cual se aprueban también sus medidas generales de conservación.

En el nuevo catálogo de especies amenazadas de las islas Canarias (Ley 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas), las praderas de *Cymodocea nodosa* pierden la categoría de interés especial por la de interés para los ecosistemas canarios. Esta nueva figura no solo rebaja el nivel de protección, sino que

desprotege parcialmente a esta especie, a no ser que esté presente en un ENP. No obstante, la Ley 17/2003, de 10 de abril, de Pesca de Canarias, establece en su artículo 10.3 la protección de las comunidades de fanerógamas marinas, especialmente los sebadales, dada la relevancia de los mismos para la renovación de diversos recursos pesqueros.

4. Aproximación a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Desde el origen de las civilizaciones, han sido muchos los cartógrafos que han representado datos espaciales para ser usados, entre otros, por navegantes, geógrafos y científicos. Con el tiempo, la complejidad de los mapas ha ido aumentando, y la exigencia de realizar análisis posteriormente ha evolucionado. En el siglo XX, durante la década de los 60 y 70, se empezaron a utilizar los ordenadores para realizar mapas con el objetivo de conocer datos de los recursos naturales del suelo y del paisaje, para posteriormente ser utilizados para la gestión de recursos, evaluación y planificación.

Los sistemas de información geográfica (SIG) son una tecnología fundamentada en el uso de datos espaciales y que se aplica cada vez más a un número mayor de iniciativas. En la actualidad los SIG constituyen la principal tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial. Surgen como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato. Se trata de potentes herramientas capaces de combinar información gráfica (mapas, imágenes de satélite, cartografía histórica) y alfanumérica (estadísticas, datos demográficos, muestreos científicos) para obtener información derivada sobre el espacio.

4.1 Definición de los SIG

El hecho de que los SIG integren dentro de un mismo concepto los componentes y las funciones, dificulta mucho su definición (Peña, 2009). No obstante, atendiendo a la bibliografía de referencia, podemos concluir que como *Sistema de Información* se entiende la unión de la información y herramientas informáticas para su análisis con unos objetivos concretos. Incluyendo el término *Geográfica*, se asume que la información incluye la posición en el espacio. Así, se puede definir un SIG como aquel método o técnica de tratamiento de la información geográfica que nos permite combinar eficazmente información básica para obtener información derivada (Bosque, 2000).

La base de los SIG son una serie de capas de información espacial en formato digital que representan diversas variables (formato ráster), o bien capas que representan objetos (formato vectorial), a los que corresponden varias entradas en una base de datos enlazada. Esta estructura permite combinar en un mismo sistema información con orígenes y formatos muy diversos, incrementando la complejidad de los análisis.

Para la realización de este trabajo se ha hecho uso del programa ArcGIS 9.3, de ESRI, por lo que todas las referencias a las herramientas a partir de ahora están relacionadas con este entorno.

4.2 Formatos y herramientas de los SIG

Para comprender bien todos los procesos que se han utilizado para trabajar con la información disponible, es imprescindible entender cómo funcionan los modelos utilizados para representar los datos geográficos. Igualmente, es necesario conocer las herramientas que nos permitirán trabajar con los datos y obtener los resultados requeridos.

4.2.1 Formatos de los datos geográficos

Uno de los principios fundamentales en el desarrollo de proyectos con SIG es adaptar la realidad y representarla de forma simplificada y en elementos discretos. El desarrollo de una base de datos espacial conlleva una simplificación de la realidad para adaptarla a un modelo de datos (Peña, 2009). Existen dos formatos de representación: vectorial y ráster.

El modelo vectorial considera que la realidad está dividida en una serie de objetos discretos (puntos, líneas y polígonos), a los que se le asignan diversas propiedades, cualitativas o cuantitativas. La codificación se da por su posición en el espacio, en el caso de los puntos y las líneas, o por la posición de los límites en los polígonos.

Las capas vectoriales son útiles para describir distintos elementos del terreno, como carreteras, límites de ENP o batimetrías, por ejemplo. Para ello se almacenan una serie de puntos referenciados mediante coordenadas espaciales, que describen la localización de los elementos, si son puntos, o su trayectoria o límites mediante líneas rectas para unir los puntos.

El modelo ráster considera la realidad como un continuo, con forma de malla, donde la frontera de los datos espaciales la marcan los bordes de las celdas (teselas o píxeles). Cada celda tiene un valor de la variable a considerar, reflejándose los cambios de escala en el tamaño de los píxeles o bien en la intensidad del color que los representa.

Debido a que las imágenes ráster describen una región del espacio mediante una malla de unidades regulares, donde cada una de las celdas contiene un valor numérico que expresa una característica del terreno en esa localización, resulta un modelo muy apropiado para la representación y el análisis de datos espaciales continuos, como la precipitación, la temperatura o el contenido de biomasa.

Cada formato tiene sus ventajas e inconvenientes, dependiendo del análisis que se quiera llevar a cabo y los resultados que se quieran obtener. En este sentido, se puede utilizar un modelo u otro, aunque se tiende a compaginar ambos (**Tabla 1**).

Tabla 1. Características de la estructura vectorial y ráster. Adaptación de Peña, 2006.

Estructura vectorial		Estructura ráster	
Ventajas		Ventajas	
<ul style="list-style-type: none"> - Buena representación de los modelos de datos - Representación gráfica precisa a cualquier escala - La topología se describe explícitamente, facilitando el análisis de redes. 		<ul style="list-style-type: none"> - Se pueden aplicar muchos tipos de análisis espaciales, sobre todo con otros modelos vectoriales. - Están disponibles muchas formas de datos. 	
Inconvenientes		Inconvenientes	
<ul style="list-style-type: none"> - Estructura de datos compleja. - La combinación entre polígonos por intersección o solapamiento es complicada. - Los procesos de interacción entre puntos, líneas y polígonos son difíciles, ya que cada entidad espacial dispone de un sistema y forma diferente. 		<ul style="list-style-type: none"> - Gran volumen de datos (ocupa mucho espacio) - Si se utilizan píxeles de gran tamaño reducimos la resolución perdiendo información. - La interpretación de los mapas puede ser más complicada. 	

4.2.2 Entrada de datos espaciales

Los SIG disponen de herramientas de creación y edición de datos desde cero, a partir de capas preexistentes o herramientas para georrectificar. Para la realización del trabajo se han utilizado varias herramientas de ArcGIS para poder tratar con distintos tipos de datos.

4.2.2.1 Georreferenciación de imágenes

La cartografía histórica suele estar en formato papel, por lo que, de cara a trabajar con ella en un entorno SIG, se hace necesario llevarla a un formato digital compatible con este tipo de sistemas. Para integrar los datos al sistema es necesario insertar la imagen (mediante el escaneado de la misma) y georrectificarla con respecto a otra capa de referencia. En nuestro caso, esa capa de referencia fue la Ortofotografía de Gran Canaria del año 2009, disponible en la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias, a través de su catálogo de servicios.

Georreferenciar se refiere a posicionar una información a un lugar definido en el espacio, con un sistema de proyección específico. Esta tarea comprende también la georrectificación, en este caso, mediante la posición de unos puntos conocidos de la imagen, mediante un ajuste con un polinomio de primer o segundo orden.

4.2.2.2 Digitalización y edición de datos espaciales

Digitalizar significa redibujar los elementos de interés de una imagen en una nueva capa creada con este fin. Se entiende por edición las tareas de creación y modificación de datos espaciales (Peña, 2009).

El origen diverso de las fuentes cartográficas ha hecho necesario digitalizar la información. Por ejemplo, para la primera referencia de las comunidades vegetales marinas de 1984 (Wildpret et al., 1987), se han creado los polígonos que delimitaban las praderas de los sebadales por debajo de los 10 metros de profundidad, en una capa creada para este fin. Para el posterior análisis de los datos también se han digitalizado

las Zonas Especiales de Conservación (polígonos) y los vertidos al mar (puntos). Esto se ha conseguido a partir de la información que ofrece el servidor de GRAFCAN para la visualización de datos (Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias). También se ha editado información para la última campaña realizada en el 2011: todos los datos de posicionamiento adquiridos con el GPS se han volcado en una capa en forma de puntos, para posteriormente crear los polígonos que delimitan las distintas tipologías de pradera.

Una vez se ha digitalizado las entidades de los datos espaciales, conviene asignarle a cada una de ellas la categoría o valor de atributo que le corresponde. En el caso de los vertidos de tierra a mar por ejemplo, se añadió para cada punto la información sobre el tipo de vertido, la naturaleza de este, su situación legal así como la profundidad, según el caso, a la que se daba este vertido.

Otra forma de edición que se ha utilizado ha sido seleccionar una serie de atributos de interés de una capa dada, para resumirla en una de nueva. En las referencias de las comunidades marinas para el año 2002 (MMA, 2002), la información original comprende un total de 19 comunidades distintas, de las cuales sólo interesaban las correspondientes a los sebadales. Por esta razón se hizo una selección por atributos de las comunidades, se copiaron los resultados y se pegaron en una nueva capa.

4.2.3 Manejo de los datos espaciales

Una vez tenemos disponibles los datos espaciales, nos interesa obtener información útil a partir de estos. Para el análisis de los datos geográficos, se deben tratar primero para encontrar el formato válido requerido en el estudio.

4.2.3.1 Interpolación espacial: Kriging

El kriging es una herramienta utilizada para interpolar los valores vectoriales, con una coincidencia exacta entre los valores interpolados y los puntos de datos originales, fijando una distancia exacta para su interpolación (Peña, 2009). Los valores

interpolados se obtienen mediante una combinación lineal ponderada de los valores de altura (Z) en los puntos muestrales (Bosque, 2000).

Esta herramienta se ha utilizado para la rasterización de los datos vectoriales de la batimetría de la isla de Gran Canaria. A partir de las líneas batimétricas (MMA, 2002) se realizó un Modelo Digital del Terreno (MDT), con celdas de un tamaño de 200 metros de resolución, utilizando parámetros por defecto de ArcGIS (12 puntos más cercanos, y un modelo universal esférico). Los MDT son representaciones simplificadas de una superficie ondulada en tres dimensiones (Bosque, 2000). Se utilizan normalmente cuando queremos incorporar la variable Z en un conjunto de datos que cumplan una continuidad espacial lógica, por eso es perfectamente aplicable en el caso de la batimetría.

A través de un análisis ráster se realizó una máscara, con el fin de filtrar la información requerida: marcamos con 1 las celdas resultantes con una Z entre 0 y los 50 metros de profundidad, mientras que el resto de celdas tendrían el valor 0. Así se produce una nueva imagen ráster con las zonas concretas que nos interesa evaluar, o sea las someras hasta los 50 metros, límite escogido por las limitaciones en la capacidad fotosintética de las plantas en torno a esta profundidad (**Figura 3**).

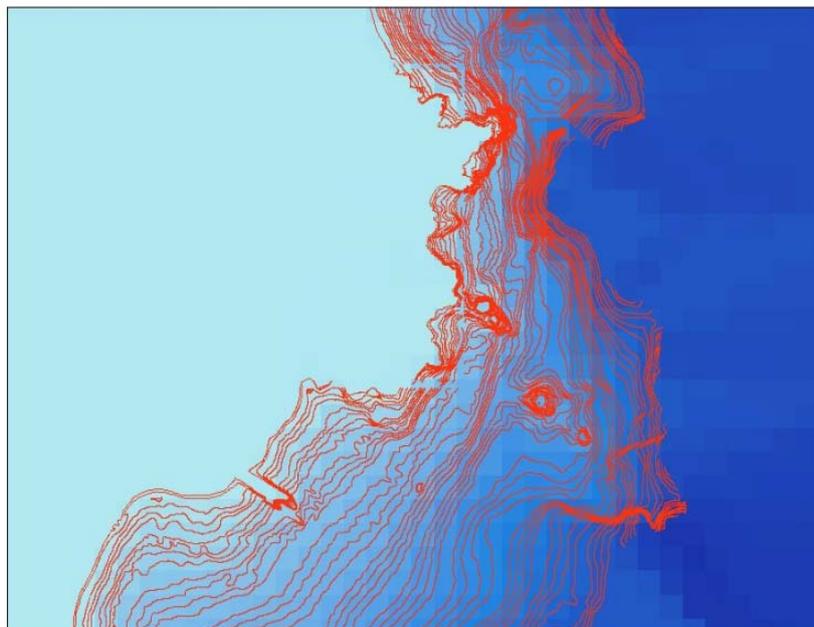


Figura 3. Batimetría e imagen ráster obtenida a partir de ésta y de un MDT para la costa de Arinaga. Al norte se observa la punta de la Sal, y más al sur el Puerto de Arinaga aún por construir.

De la información de cada píxel se ha extrapolado la profundidad media de las capas de información. Esto se consigue mediante una herramienta específica para convertir los polígonos en centroides. A partir de este punto central se calcula la profundidad media a la que puede estar cada polígono. Se han detectado irregularidades en los polígonos de mayor tamaño, pero en la mayoría de ellos la extrapolación ha sido correcta.

En resumen, de una información como la batimetría, la cual teníamos en forma de líneas, la pasamos a formato ráster (píxeles), para finalmente terminar en polígonos, que es el formato que podemos utilizar para analizar los cambios en el recubrimiento.

4.2.3.2 Consulta espacial

Los SIG no sólo son la representación de datos geográficos. También deben proveer medidas de selección, búsqueda y análisis de los datos (Peña, 2009). El objetivo de las consultas en un SIG es escoger entidades que satisfagan determinadas condiciones. Es el paso previo para realizar operaciones, convertirlas en una nueva capa u otro formato de interés.

La opción de selección por atributos, mencionada anteriormente, se realiza mediante la escritura de una declaración o condición que han de cumplir los datos que se seleccionen. Como todas las entidades están relacionadas a sus respectivos registros en la tabla de atributos, el programa selecciona las entidades basándose en los atributos que se han escogido. La herramienta se ha utilizado para realizar algunas operaciones de análisis. Es el caso de la obtención de las estadísticas de cada capa para ver los resultados de la evolución en dos momentos distintos de tiempo, ver la media de profundidad, el valor máximo, el mínimo y la desviación entre ellos.

4.2.4 Análisis de datos

El análisis supone la gran novedad de los SIG frente a la cartografía tradicional, ya que se realiza para obtener respuestas a preguntas particulares o soluciones para

problemas concretos (Peña, 2009). El paso final en la preparación de los datos es decidir qué operación de análisis logrará los resultados que se están buscando.

Se quiere realizar un análisis del recubrimiento de los sebadales en distintas capas. La integración de capas de datos diferentes implica un proceso de intersección. Esta operación crea un nuevo polígono que recibe los atributos de la capa de polígonos que se superpone, es decir, cada elemento contiene los atributos de las dos capas que intersectan.

Con la información debidamente tratada, nos interesa cumplir con uno de los objetivos del trabajo: saber las superficies ocupadas en los distintos años y compararlas. El cálculo de áreas es una tarea muy sencilla. Lo más importante es que el proyecto de trabajo esté georreferenciado, ya que así se tienen las referencias espaciales y los cálculos se dan automáticamente.

Otra herramienta de análisis utilizada ha sido la creación de buffers (distancias específicas alrededor de las entidades), para extrapolar la presencia de praderas a partir de los puntos obtenidos por el GPS.

4.2.5 Presentación de los datos

Finalmente, la última operación que se realiza es la edición de los mapas resultantes. En este punto, es muy importante valorar la información que se quiere aportar y para quien va destinada. Muchas veces no es necesario aportar muchos datos con los que hemos trabajado, ya que simplemente nos han ayudado a mejorar el análisis, pero no aportan nada a los resultados finales. Una mala confección del nuevo material cartográfico o su mala interpretación, puede echar por tierra horas y horas de trabajo previo.

Los elementos básicos que deben aparecer en un mapa son: título, el usuario debe saber la temática que tiene delante y el objetivo por el que se ha hecho; una leyenda legible que represente mediante símbolos los distintos elementos cartografiados; la escala del documento, para mostrar la relación entre las dimensiones de las entidades en el mapa y los mismos objetos en la Tierra; una

situación más general, si la escala es muy reducida; una flecha indicando el Norte, o un conjunto de líneas que representan los meridianos y paralelos y que ayuden a la localización espacial.

En resumen, la utilización de los SIG se debe a la voluntad de obtener información adicional cuando nos encontramos con datos espaciales. Hemos de escoger qué datos utilizar para responder las preguntas que nos hacemos, o bien como tratar la información existente para lograr los resultados que buscamos. Posteriormente, trabajamos con estas fuentes para analizar las cuestiones previas, obteniendo unos resultados que debemos mostrar al público de forma sencilla e inteligible (**Figura 4**).

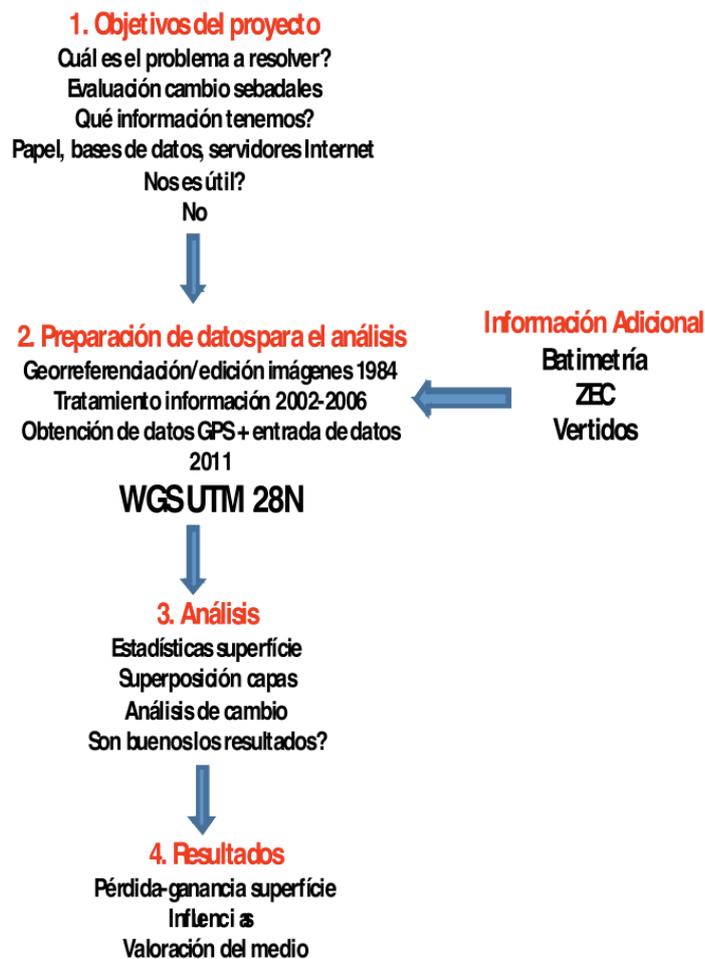


Figura 4. Esquema de los pasos a realizar en la utilización de un SIG, relacionados con el presente trabajo

5. Metodología para la obtención de nuevos datos y tratamiento

Después de la recopilación de la información, el tratamiento de los datos y los primeros análisis para conocer la viabilidad de éstos, surgió la oportunidad de ampliar el estudio con información reciente. Para ello, se diseñó el modelo de trabajo en base al material disponible, siguiendo el método descrito en Espino (2004).

5.1 Material y métodos para la obtención de los datos

Para cartografiar las praderas de fanerógamas marinas lo más importante es conocer el objetivo con el que se realiza el trabajo. Así, si interesa conocer la distribución de la especie en áreas geográficas extensas, utilizaremos la fotografía aérea para establecer los límites de las praderas. Este método conlleva algunos errores, ya que muchas manchas pueden ser debidas a otros factores (productos de emisarios, blooms de algas, ocupación del fondo por otras especies,...).

Como en Gran Canaria las áreas a cartografiar no son muy extensas, e interesa determinar los cambios en su distribución, densidad y cobertura (Espino, 2004), utilizaremos la metodología *in situ* en el medio marino con cámara de video. Para ello se utiliza una embarcación, y se realizan transectos en las zonas de los mapas realizados en campañas anteriores en los que se identifican las clases con interés para la investigación. Igualmente, se inspeccionan los tramos adyacentes, para comprobar la posible movilidad de las praderas.

El material visual utilizado en esta campaña, para la obtención de nuevos datos con la técnica de videoarrastre, ha sido una cámara submarina MARISCOPE. El aparato va insertado en un bastidor de acero con estabilizador y lastre para el correcto equilibrado (**Figura 5, izquierda**). La señal de la cámara se transmite a un pequeño monitor de televisión, mediante un cable coaxial de 5 mm, resistente a la tracción y a la presión. Esta pantalla es como un aparato MP4, modelo ARCHOS AV500 Mobile DVR, de 60 GB de capacidad, para recopilar toda la información gráfica que se va obteniendo. Al sistema de televisión se le adapta un aparato que incrusta los datos de

posicionamiento (GEOSTAMP, Intuitive Circuits Inc.) aportados por un GPS (Garmin 12) (Figura 5, derecha).



Figura 5. Izquierda: cámara de vídeo MARISCOPE. Derecha: monitor de televisión, GEOSTAMP, GPS Garmin 12 y fuente de alimentación de la cámara.

Los transectos se realizaron perpendiculares a la costa, a una distancia entre ellos de no más de 100 metros, salvo en los casos en los que se requería de mayor precisión (Arinaga, Gando y playa del Inglés), en los que la distancia se reducía a 50 metros. En total se hicieron 105 kilómetros de transectos, obteniendo un total de 35 horas de grabaciones.

Este método de cartografía resulta muy interesante, ya que permite abarcar áreas amplias en un tiempo razonable y con un presupuesto bastante reducido, obteniendo un volumen de información importante. No obstante, tiene como desventaja la altura de la cámara respecto al fondo: con un campo visual más grande se puede ver la tipología de la pradera (pradera continua, manchones, haces dispersos,...), aunque en ocasiones no se identifican las especies; por su parte, si la cámara se acerca al fondo, se tiene más fiabilidad de la identidad de la especie, pero menos información acerca de su distribución.

Los datos obtenidos se traspasaron a una base de datos creada en el programa Microsoft Excel. Este proceso consistió en anotar las coordenadas del inicio de la

pradera, su clasificación según la densidad y un apunte sobre su estructura. Cuando se observaba que terminaba cada población, se anotan las coordenadas finales.

La clasificación se realiza según la tipología de la población de *Cymodocea nodosa* (monoespecífica o con el alga verde *Caulerpa spp.*), y según su densidad (de manera subjetiva). Así, se trabajó con 8 categorías:

- Haces dispersos (HD): presencia de la especie de manera dispersa
- Sebadal laxo (SL): 500-1000 haces/m²
- Sebadal medio denso (SMD): 1000-1500 haces/m²
- Sebadal denso (SD): 1500-2000 haces/m²
- Caulerpal puro (CP): presencia únicamente *Caulerpa spp.*
- Caulerpal con dominio de *Caulerpa spp.* (CCAU): presencia de las dos especies con dominio del alga
- Caulerpal con dominio de *Cymodocea* (CCYM): presencia de las dos especies con dominio de la fanerógama
- Haces dispersos *Caulerpa* (HDCAU): presencia de la especie *Caulerpa spp.* de manera dispersa

Los datos obtenidos a través de la cámara se encontraban en coordenadas sexagesimales. Para introducirlos al SIG se debieron cambiar a coordenadas decimales, cuestión que se abordó a través del mismo programa Microsoft Excel, mediante la inserción de una fórmula. Una vez obtenidas las coordenadas, se guardaron los archivos en formato de texto (MS-DOS), que son importados por ArcGIS como archivos de puntos.

5.2 Preparación de los datos con el SIG

Como se ha comentado anteriormente, los datos disponibles hasta la actualidad también se deben preparar para su análisis. Las primeras referencias correspondían a material en formato papel, con lo cual el paso previo para su análisis era la conversión a un formato válido para su utilización en un SIG. El primer paso consistió en escanear las imágenes. Para georreferenciar esta cartografía, la ubicamos

sobre la capa de referencia, y añadimos pares de puntos de control. Como la imagen de 1984 (Wildpret et al., 1987) era bastante pobre en información, y muchos elementos habían variado, se busca la intersección de elementos lineales (siempre que se pueda de origen humano), como pueden ser cruces de calles o carreteras, bordes de los edificios o infraestructuras, como el aeropuerto de Gando. Para cada imagen se tomaron unos 15 puntos de control bien distribuidos, con el fin de evitar deformaciones locales. Toda la información se recoge en una tabla de conexiones, donde se calcula el error residual de cada par de puntos y el error cuadrático medio de todos ellos. De esta forma se puede controlar la calidad del ajuste (**Figura 6**). Cuando ya se dispone de todos los puntos, se aplica la herramienta de rectificación. Finalmente se fija la referencia espacial dentro de un listado de posibilidades. En nuestro caso se utilizó la proyección WGS-84 UTM Zone28N, al ser prácticamente idéntica a la utilizada por GRAFCAN-Gobierno de Canarias.

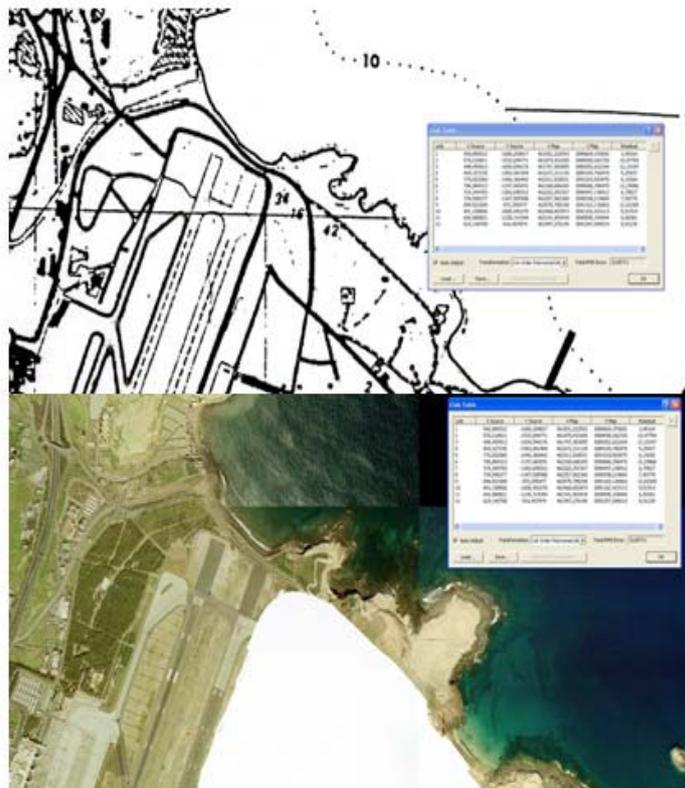


Figura 6. Resultado de la georreferenciación de la cartografía de 1984 (Wildpret et al., 1987) para la zona del aeropuerto de Gando.

Para facilitar el análisis posterior y su comparación con los otros estudios, se consideraron finalmente las siguientes clases para los datos de 2011: Sebadal (SD y SMD), Sebadal laxo, Praderas mixtas (CCYM y CCAU) y Caulerpal.

Una vez convertidos los archivos de puntos (TXT de MS-DOS) en archivos de puntos georreferenciados, se generaron áreas de influencia (buffers) equidistantes a su alrededor, con el fin de facilitar la posterior digitalización de los polígonos que incluyeran las distintas clases. De esta forma nos asegurábamos de que, al trazar los polígonos, teníamos en cuenta una distancia equivalente a la distancia de separación entre los dos puntos con la misma tipología de pradera. Así, cuando nos encontrábamos que las praderas eran continuas, el límite venía marcado por el límite del polígono creado a partir del transecto paralelo. En cambio, si las praderas estaban aisladas, el ancho de éstas era el mismo que la distancia entre los dos puntos, creando un polígono más o menos circular. Los polígonos permiten calcular el área que ocupa cada clase. Además, a través de la gestión de la tabla de atributos, se consideraban las características observadas en los vídeos.

5.3 Procesamiento de los errores

Cuando preparamos los datos a partir de información nueva recopilada, o bien trabajamos con material cartográfico antiguo, siempre surgen una serie de errores que conviene corregir.

Anteriormente ya se ha hablado de cómo ArcGIS permite corregir errores de localización a la hora de digitalizar los mapas, mediante la técnica de georreferenciación. Al respecto, algunos autores, como Felicísimo (1993), clasifican los errores cartográficos en 2 tipos: errores externos (causados por la mala calidad de los mapas antiguos), y errores operacionales (surgidos en la digitalización y la manipulación de los datos). Normalmente para solucionarlos se necesita de procesos de corrección geométrica basados en algoritmos bastante complejos (Felicísimo, 1993).

En este caso, nos hemos encontrado con algunos problemas a la hora de procesar los datos obtenidos en las grabaciones. Al plasmarlos sobre una base

cartográfica, los puntos aparecían desplazados mar adentro. Era fácil darse cuenta, ya que la toma de datos en algunas zonas se hizo muy cerca de la costa y a escasa profundidad, y en la representación, en el entorno gráfico del SIG, aparecía más alejados de la costa, situados en zonas con mayor profundidad. Este error pudiera tener su base en el Datum o en la proyección del GPS utilizado; en cualquier caso todo indica que utiliza una referencia espacial distinta a la WGS 1984 UTM-28N, señalada anteriormente como la referencia base para nuestro estudio. No obstante lo anterior, también el error pudiera provenir del uso de un modelo algo anticuado de receptor, que se posiciona con tan sólo 4 satélites.

Con el fin de corregir estos errores, se comparó la localización de los resultados obtenidos con unos puntos control establecidos por otros compañeros de BIOGES, que realizaban otras campañas sobre sebadales, en la que se recogían datos relativos a la densidad de plantas. De esta forma, se pudo calcular la distancia entre nuestro polígono y los puntos de referencia de la otra campaña, por medio de la comparación de la tipología de los sebadales (densidad), utilizando así esos puntos como puntos de control. El análisis de la distancia comparada permitió calcular el error medio cuadrático de la diferencia entre ambos pares de puntos, obteniéndose que los puntos capturados mediante la grabación estaban desplazados 143 metros hacia el Oeste (± 13), y 112 hacia el Sur (± 9). La forma de la costa y las referencias de 2002 y 2006 también ayudaron a concretar la situación actual de las praderas.

6. Resultados

El análisis de la superficie ocupada por las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en el periodo 1984-2011 muestra una clara tendencia regresiva en todas las zonas estudiadas, mientras que al mismo tiempo se produce un incremento sustancial de la superficie ocupada por *Caulerpa spp.* Al respecto, se ha podido comprobar cómo las distintas proporciones entre la tipología de la vegetación submarina, han variado, observándose un aumento evidente de las praderas mixtas y caulerpales. Este hecho parece ser general para toda la isla, pero a través de análisis más concretos para los distintos tramos en la costa se pueden visualizar mejor cada caso particular. La profundidad a la que encontramos los distintos tipos de praderas también parece que ha aumentado a lo largo de las dos últimas décadas. Como estas variaciones se han producido de forma distinta según la localización, se analiza la evolución espacio-temporal de los distintos tipos de pradera para cada localidad o tamaño significativo de praderas. Por este último motivo, la escala a la que se presentaran los distintos mapas varía significativamente.

Para mostrar los resultados se ha tenido en cuenta las características de las praderas y su continuidad en el espacio. Así, como en la costa nororiental de Gran Canaria la presencia de la planta se limita a manchas muy separadas entre sí, se tiene en cuenta la franja costera perteneciente a los distintos municipios. De esta forma, si las praderas se encuentran dentro de Espacios Naturales Protegidos, como son las recientemente declaradas Zonas Especiales de Conservación, el análisis se realiza en base a esta figura de protección. En la mayoría de los casos, la superficie ocupada por la fanerógama marina está totalmente incluida en un ENP, exceptuando en algunos tramos dónde se mostrarán las excepciones.

Destacar antes de empezar a comentar los resultados, que en muchas referencias del estudio de 1984 (Wildpret et al., 1987), se ha comprobado ajustando con la batimetría que las praderas sobrepasaban este límite, aunque el trabajo detalla que la información es de profundidades menores a los 10 metros. En estos casos se ha indicado en la descripción para cada zona.

6.1 ZEC Bahía del Confital

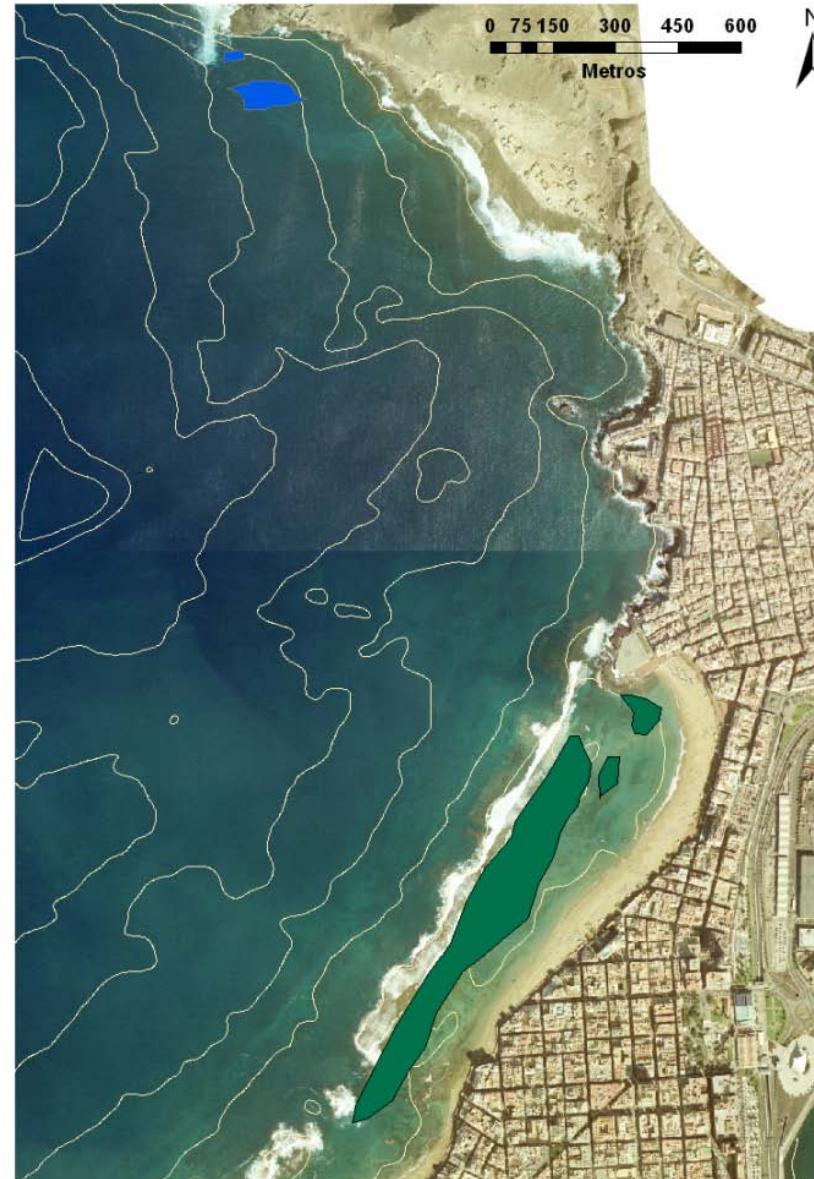
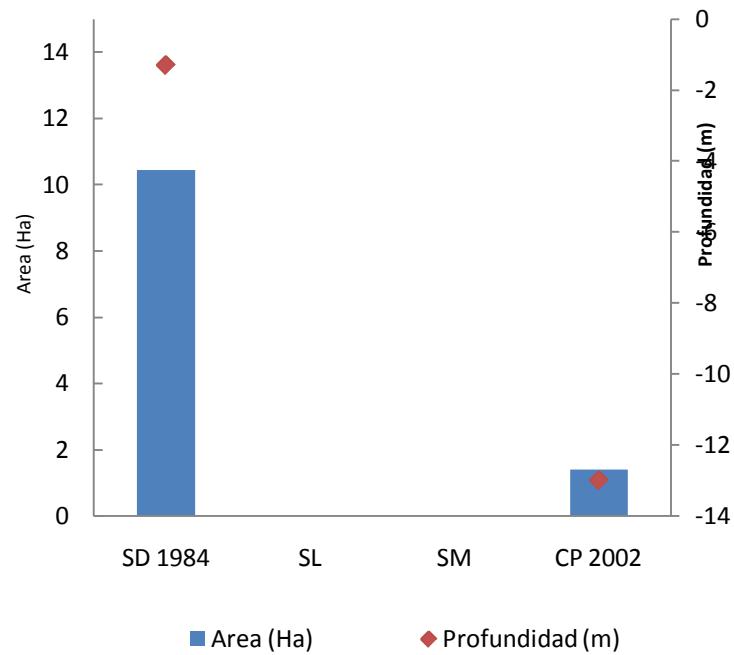
La ZEC marina Bahía del Confital ocupa un área de 634,20 Ha, bajo la protección del código 1110 del Anexo I de la Directiva Hábitats *Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda*. Su protección radica en el abrigo que ofrece la bahía y la barra semisumergida para acoger una gran diversidad de biotopos. Destaca también por albergar, en el año 2001 cuando se estableció, los únicos sebadales del norte de la isla (una excepción de nivel regional).

Para el área que abarca la ZEC, hay registros de praderas para el año 1984. Concretamente, en la zona de la dársena de la playa de Las Canteras la superficie ocupada por *Cymodocea nodosa* era de 10,45 Ha, con una pradera muy marcada de 9,56 Ha, y otras dos manchas más pequeñas de 0,33 Ha y 0,56 Ha, más cercanas a la Puntilla y en parte, desprotegidas por la barra. Toda la superficie la encontramos a menos de 2 metros de profundidad.

Para el año 2006 sólo hay referencias de caulerpal. Por fuera de la barra de las Canteras, en la zona del Confital, hay cartografiadas dos manchas de 0,82 Ha y 0,11 Ha, ambas a unos 13 metros de profundidad.

ZEC BAHÍA DEL CONFITAL

Profundidad media y cobertura (1984-2002)



Leyenda

- Comunidades vegetales
- Sebadal
 - Sebadal laxo
 - Sebadal mixto
 - Caulerpal
- Comunidades vegetales 2011
- Falta información
 - Haces dispersos
 - Caulerpa dispersa
- Batimetría
- Batimetría
 - ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

6.2 Franja marina de Las Palmas de Gran Canaria

Fuera de los límites de la ZEC Área Marina de la Isleta, en la costa este, no hay datos de pradera alguna para el año 1984. Los primeros datos corresponden al 2006, tratándose de manchones muy dispersos. En la actualidad aún se conserva algún caulerpal disperso en la zona de San Cristóbal.

En el 2006, frente a la Avenida Marítima, a unos 450 metros al norte de la plaza de la Fuente Luminosa, se encontraba una pequeña mancha de sebadal disperso a 16 metros de profundidad con un área de 0,12 Ha. A escasos 100 metros al sureste de ésta, había una mancha de 1,54 Ha de caulerpal a 14,5 metros de profundidad.

Para este mismo año, a la altura de la catedral de Santa Ana, se cartografió una mancha de caulerpal de 1,79 Ha a una profundidad de 28 metros. Desde aquí hasta el Hospital Insular se extendía una franja alargada de caulerpal bastante somera (entre los 3 y los 7 metros), ocupando 13,79 Ha. A más profundidad (entre 13 y 18 metros), había el sebadal más septentrional de la costa este, con una superficie de 6,73 Ha; junto a este, una pequeña mancha de 0,16 Ha a 15 metros. En el borde este de la pradera grande, había una mancha de sebadal disperso de 0,65 ha a 19 metros de profundidad. Entre los 29 y los 32 metros, dos manchas de caulerpal de 0,34 Ha y 1,36 Ha, respectivamente.

Desde el Castillo de San Cristóbal, hasta pasado el muelle de dicho barrio mariner, hay muchas manchas diseminadas, siendo la primera referencia para el año 2011. En 2006, encontramos 3 manchas de sebadal entre los 13 y los 15 metros, con una superficie total de 1,42 Ha. Por su parte, el sebadal disperso se repartía en 4 manchas en un área de 2,27 Ha entre los 15 y los 21 metros. El mismo año, había 7 manchas de caulerpal sumando una superficie de 5,24 Ha, entre los 15 y los 27 metros de profundidad.

Para el 2011 se han reconocido 6 manchones dispersos de caulerpal, que suman 0,61 Ha entre los 13 y los 17 metros de profundidad. En algunos de ellos se ha reconocido *Caulerpa racemosa*. La presencia de seba es testimonial, con 3 manchas de haces dispersos entre los 15 y los 17 metros de profundidad.

En la zona que queda entre el aparcamiento de la Laja y UNELCO, se extendían en el 2006 4 franjas de caulerpal ocupando 8,80 Ha de superficie, entre los 4 hasta los 8 metros de profundidad.

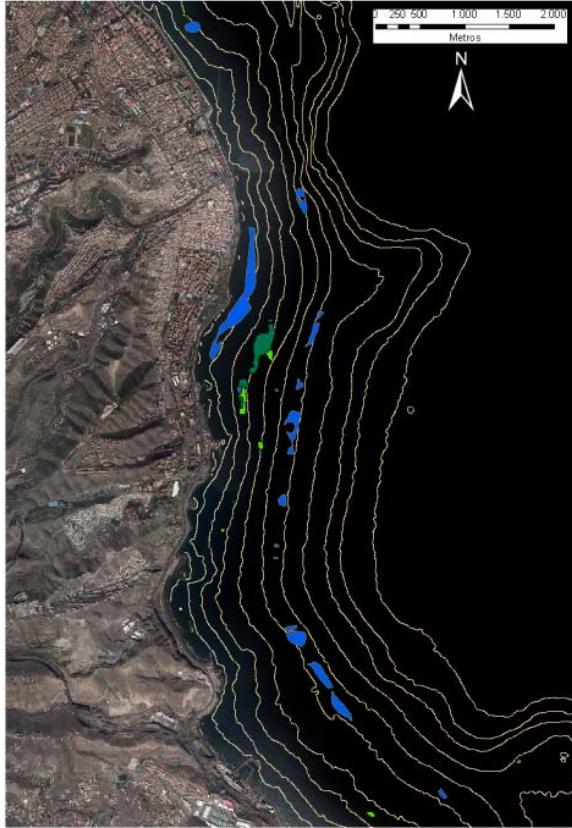
En el límite del término municipal de Las Palmas de Gran Canaria (frente a los centros comerciales), hay pequeñas manchas tanto en el año 2006 como 2011. Para el primer año, dos manchas de sebadal disperso suman 0,55 Ha a 20 metros. De caulerpal sólo encontrábamos una mancha de 0,45 Ha a los 27 metros. En el 2011 se han visto 3 manchas con pocos haces de *C. nodosa*, todos ellos a unos 16 metros de profundidad.

Resumiendo todos los datos obtenidos, y discriminando los HD de *C. nodosa* (nos indican su presencia ocasional en este tramo), obtenemos que la seba en el 2006 ocupaba 8,41 Ha a una media de profundidad de 15 metros. Un poco más profundo (17 metros) y menos extenso (3,48 Ha) está el sebadal más disperso. *Caulerpa spp.* es la especie más numerosa en extensión (33,32 Ha, ocupando un 73,7% de los fondos vegetales y a más de 25 metros de profundidad media). En el año 2011 la presencia de *C. nodosa* se reduce a pequeñas zonas con la presencia esporádica de la planta. *Caulerpa spp.* está presente (con algunos tramos con *C. racemosa*), ocupando tan sólo 0,61 Ha a unos 22 metros y medio (**Tabla 2**).

Tabla 2. Cobertura (Ha) de las comunidades por año, porcentaje ocupado respecto a la cobertura total del año y profundidad media.

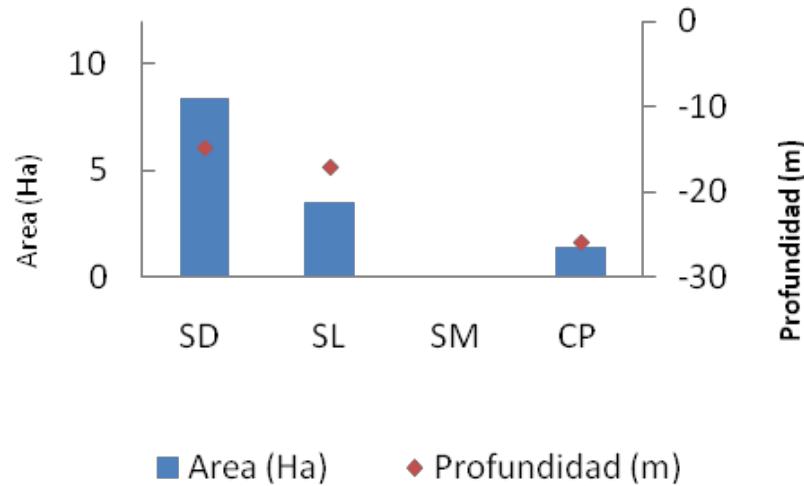
	2006 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2011 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)
Sebadal	8,41	18,6	-14,9			
Sebadal laxo	3,48	7,7	-17,14			
Sebadal mixto						
Caulerpal	33,32	73,7	-25,92	0,61	100	-17,87

Franja marina de Las Palmas de Gran Canaria

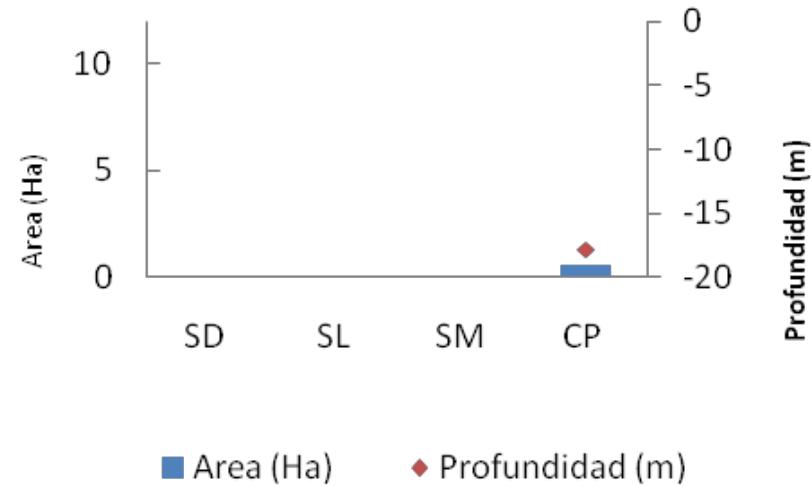


2006

Profundidad media y cobertura



2011



Leyenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

6.3 Franja marina de Telde

Para este tramo de costa hay datos de 1984, correspondientes a seadales en las bahías más resguardadas del oleaje; en 2006 se identifican manchas a lo largo de todo el tramo costero; mientras que en 2011 se detectan manchones muy diseminados. Es de destacar al respecto que, todas las zonas dónde había referencias de esta fanerógama, han sido estudiadas en la actualidad. Hace 27 años, la seba ocupaba los fondos someros de las bahías, disminuyendo esta superficie en prácticamente su totalidad en el 2006. En esta fecha, las praderas eran más bien laxas y a más profundidad, con la presencia de algunos caulerpales, sobretodo una mancha de tamaño considerable fuera de la Punta de Gando.

En general, para todo el tramo costero de Telde se ha comprobado que en la actualidad la presencia de la fanerógama es anecdótica. Sólo se conservan pequeños tramos de haces dispersos de *C. nodosa* a una profundidad media de 17 metros, ocupando unas 0,15 Ha. La única zona donde aún se aprecia una pequeña pradera es en el Roque de Gando.

Frente la Playa de San Borondón en el 2006, a 380 metros de la costa, había un pequeño sebadal de 0,314 Ha, entre los 14 y los 15 metros de profundidad. En el mismo año, frente a la Garita, a 480 metros de la costa, se localizaba un sebadal disperso que ocupaba 1,53 Ha. Se encuentra en una zona de fuerte pendiente, que va desde los 18 metros hasta los 24 metros de profundidad en tan sólo 145 metros de distancia. Situado justo al sur de éste, actualmente hay unos pocos haces dispersos a 19 metros de profundidad.

En la playa del Hombre, había en el 2006 una serie de praderas con una extensión total de 4,70 Ha. Situada fuera de la bahía, había 2 áreas de seadales de 0,43 Ha y 1,26 Ha entre los 14 y 16 metros de profundidad. A partir de los 15 metros de profundidad y hasta los 19 metros se extendía una pradera de sebadal disperso de 3,01 Ha.

En la zona de Taliarte hay registros de los 3 años. En el 1984, desde la bocana del muelle hasta el final del paseo marítimo, se extendía una pradera de sebadal que cubría 4,15 Ha del lecho marino, desde el intermareal hasta los 8 metros de

profundidad, ocupando ampliaciones que se han hecho en años más próximos del mismo puerto. En el 2006 esta pradera se limitaba a 0,41 Ha entre los 3 y los 7 metros justo en la salida del puerto, quedando en la actualidad solamente 0,05 Ha de haces dispersos.

En la playa de Melenara sólo hay un registro para 1984, donde se encuentra la pradera más extensa con 7,50 Ha, que va desde el mismo intermareal hasta los 12 metros de profundidad.

Más al sur y para el mismo año, frente la playa de Salinetas se extendía otra pradera de 5,69 Ha desde el intermareal hasta los 7 metros de profundidad. A más profundidad (entre los 11 y los 16 metros) y a 100 metros al noroeste de las jaulas de acuicultura, una pradera de sebadal disperso cubría 1,51 Ha en el 2006.

Al sur del pequeño cabo dónde se sitúa el polígono industrial de Salinetas, en el 1984 había una pradera de 8 Ha desde el intermareal hasta los 11 metros de profundidad. En el 2006 había desaparecido completamente, desplazándose a más profundidad (entre 12 y 15 metros) y ocupando sólo 0,37 Ha.

En la zona de Aguadulce y Tufia sólo hay presencia de la especie en el 2006. Dentro de la bahía de Aguadulce se extendía una pequeña mancha de sebadal de 0,12 Ha desde el intermareal hasta los 4 metros de profundidad. Fuera del resguardo de la costa, hay una pequeña mancha de caulerpal de 0,02 Ha a los 16 metros de profundidad. En la bahía de Tufia, una mancha de sebadal disperso ocupaba una extensión de 0,16 Ha a 9 metros de profundidad. Fuera de ésta, había un sebadal de 0,34 Ha entre los 12 y 13 metros.

En la zona del Roque de Gando hay referencias desde el 2006. Para este año al sudoeste del Roque había una pradera de sebadal disperso de 0,21 Ha a 15 metros de profundidad. Junto a ésta, pero más profunda (18 metros), un caulerpal de 0,36 Ha. En el 2011 encontramos una pradera de sebadal disperso de 0,08 Ha a 17 metros. Contiguo a esta y a la misma profundidad hay un caulerpal de 0,07 Ha. Al oeste del Roque hay una pequeña pradera también laxa de 0,02 Ha, con los bordes donde se pierde densidad, habiendo haces dispersos. En la Punta de Gando, en el 2006 había un

caulerpal desde el intermareal hasta los 8 metros de 0,24 Ha. Casi 1000 metros mar adentro, existía otro caulerpal de 4,66 Ha, a 36 metros de profundidad.

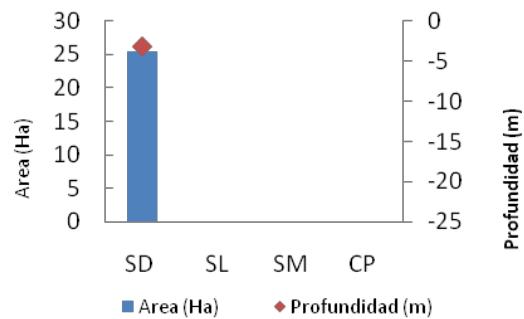
Tabla 3. Cobertura (Ha) de las comunidades por año, porcentaje ocupado respecto a la cobertura total del año y profundidad media.

	1984 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2006 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2011 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)
Sebadal	25,35	100	-3,2	2,87	15,48	-11,1			
Sebadal laxo				6,80	36,67	-17,15	0,1		-15,29
Sebadal mixto									
Caulerpal				8,88	47,85	-21,8	0,07		-13,75

Franja marina de Telde

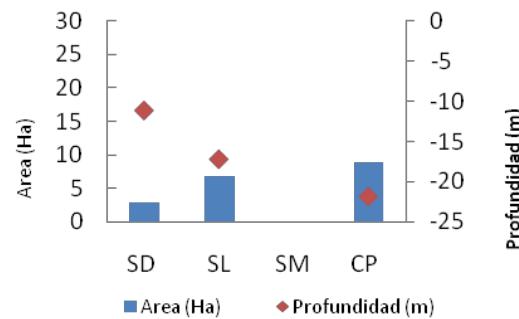


1984

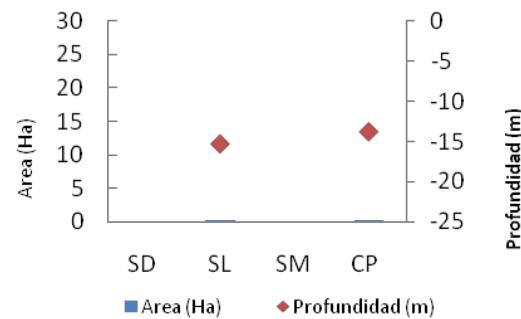


Profundidad media y cobertura

2002



2011



Leyenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

6.4 ZEC Bahía de Gando

La Bahía de Gando es una de las más resguardadas de la costa oriental de la isla, factor que junto a la gran transparencia de las aguas y el origen orgánico de la arena, favorece el asentamiento de *Cymodocea nodosa* en los fondos someros. Tiene interés también por contar con la mejor población del alga endémica *Avrainvillea canariensis*, y es un lugar de descanso en sus rutas migratorias de *Caretta caretta*. Tiene una superficie de 430 Ha y está protegido por el código 1110 de la Directiva Hábitats *Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda*.

En este Espacio Natural disponemos de tres datos, para el año 1984, para el 2002, (la Bahía de Gando constituye el extremo norte del *Estudio Ecocartográfico del Arco Sur de la isla de Gran Canaria* (MMA, 2002)); también contamos con los datos obtenidos en la campaña de octubre de 2011. Todas las praderas están incluidas dentro de la ZEC, excepto una pradera catalogada el 2002 situada al sur del ENP, pero incluida en este apartado por su interés.

El estudio de 1984 (Wildpret et al., 1987), reconoce una pradera de *C. nodosa* con una extensión de 66,10 Ha, con profundidades desde el intermareal hasta los 9 metros en la parte norte, llegando a los 18 metros en la zona sur de la ZEC (aunque el estudio reconoce que se hizo hasta los 10 metros, al comprobarlo con la batimetría, se llega a esta profundidad).

Para el año 2002, la superficie total que ocupaban las praderas era de 179,13 Ha, mientras el caulerpal puro ocupaba 76,73 Ha (entre los 2 y los 22 metros de profundidad). Las praderas mixtas, con 160,35 Ha, era la tipología de *C. nodosa* más extensa, situada entre los 2 y los 22 metros de profundidad. Los seabadales ocupaban 9,46 Ha entre los 3 y los 11 metros de profundidad, mientras que los seabadales dispersos (9,32 Ha), se distribuían en la parte central de la ZEC desde el intermareal hasta los 5 metros.

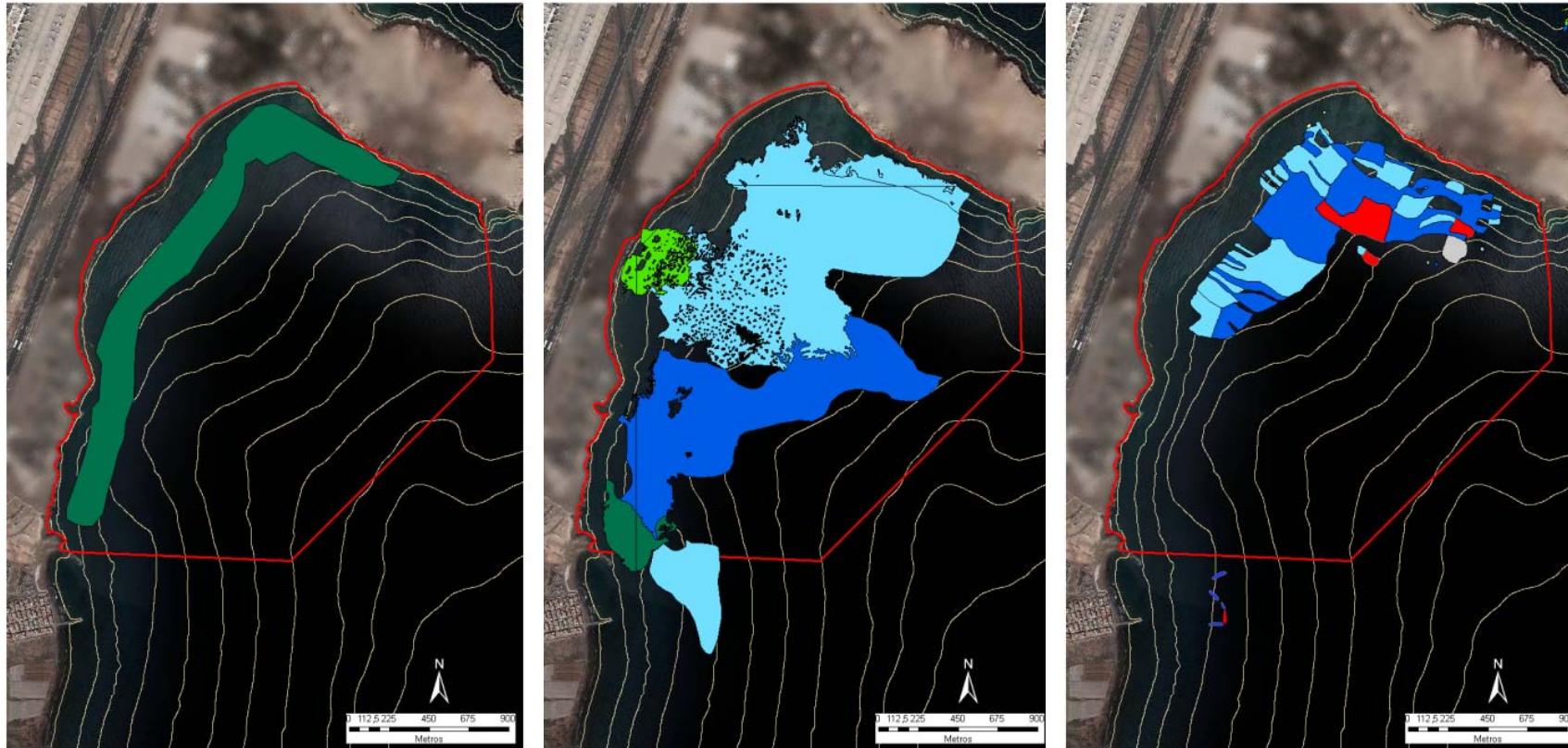
Actualmente dentro de la Bahía de Gando no queda ninguna pradera con la presencia únicamente de *C. nodosa*. Sólo hay pequeñas áreas con haces dispersos frente la playa, entre los 2 y los 5 metros. Las praderas mixtas ocupan 30,16 Ha, de las

cuáles en 24,89 Ha (82,5%) predomina *Caulerpa spp.*, y en 5,27 Ha domina *Cymodocea* (17,5%). El caulerpal puro ocupa una extensión de 42,40 Ha, situándose entre los 4,5 y los 22 metros de profundidad. También hay 0,35 Ha en el sur de la ZEC a 22 metros. En profundidad, a 23 metros, hay 1,73 Ha de individuos dispersos de *Caulerpa spp.* Cabe destacar que la zona, sobre todo las áreas más someras, estaba tapizada por algas del género *Hypnea*. Este hecho dificultó el análisis de la información gráfica, aunque no se sobrepasó el 5% del área estudiada dónde faltaba información.

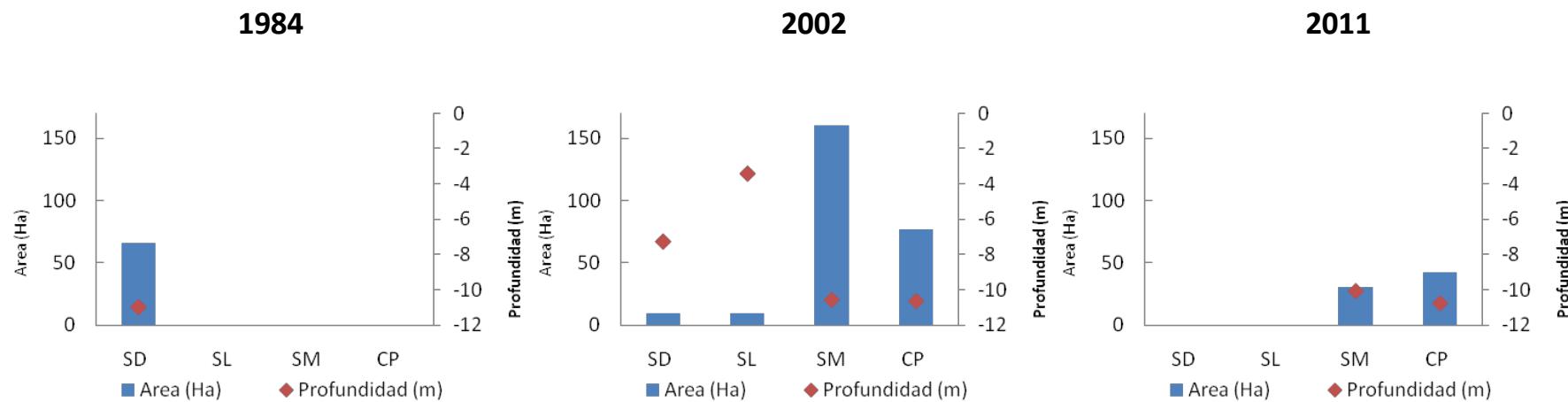
Tabla 4. Cobertura (Ha) de las comunidades por año, porcentaje ocupado respecto a la cobertura total del año y profundidad media

	1984 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2002 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2011 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)
Sebadal	66,10	100	-10,99	9,46	3,70	-7,29			
Sebadal laxo				9,32	3,64	-3,44			
Sebadal mixto				160,35	62,67	-10,59	30,16	41,57	-10,08
Caulerpal				76,73	29,99	-10,66	42,40	55,43	-10,77

ZEC Bahía de Gando



Profundidad media y cobertura



Leyenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

6.5 Playa de Vargas

En la Playa de Vargas hay registros de 2002 y 2011, distribuidos claramente en dos franjas, una más somera y la segunda más profunda. Para el primer año, entre los 5 y los 9 metros se extendía un sebadal disperso de 4,83 Ha. A esta profundidad empezaba un sebadal de 11,18 Ha, hasta llegar a los 16 metros. De los 31 a los 36, encontramos otro sebadal de 4,12 Ha. En este caso el caulerpal empezaba más al sur, y será contemplado en el siguiente tramo.

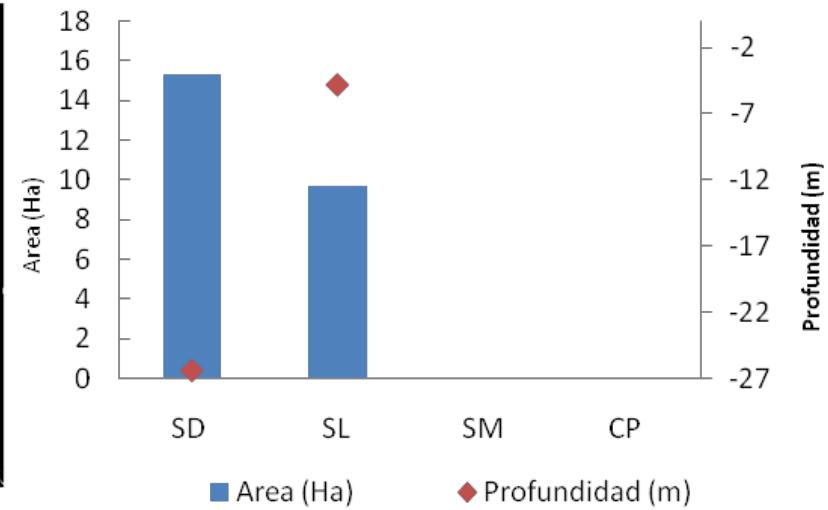
La superficie de 2011 coincide en el espacio con la anterior, pero ha disminuido notablemente. En el primer tramo se extienden 15 manchas ocupando tan sólo 0,96 Ha. De ellas, 5 son manchas de sebadal laxo bastante disperso, entre 4 y 10 metros de profundidad, ocupando 0,29 Ha. Entre los 10 y los 16 metros se extienden manchas de sebadal mixto, en la mayoría predominando *C. nodosa*, pero con tan sólo 0,50 ha de superficie. A estas profundidades, el caulerpal es prácticamente inexistente, registrándose tan sólo una pequeña mancha a 10 metros. Donde es más presente es en profundidad, en torno a los 34 metros, dónde hay 2 manchas pequeñas con *Caulerpa spp.* muy dispersa y poco densa.

Tabla 5. Cobertura (Ha) de las comunidades por año, porcentaje ocupado respecto a la cobertura total del año y profundidad media

	2002 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2011 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)
Sebadal	15,30	61,15	-26,4			
Sebadal laxo	9,72	38,85	-4,8	0,29	30,85	-7,6
Sebadal mixto				0,50	53,19	-12,8
Caulerpal				0,15	15,96	-25,9

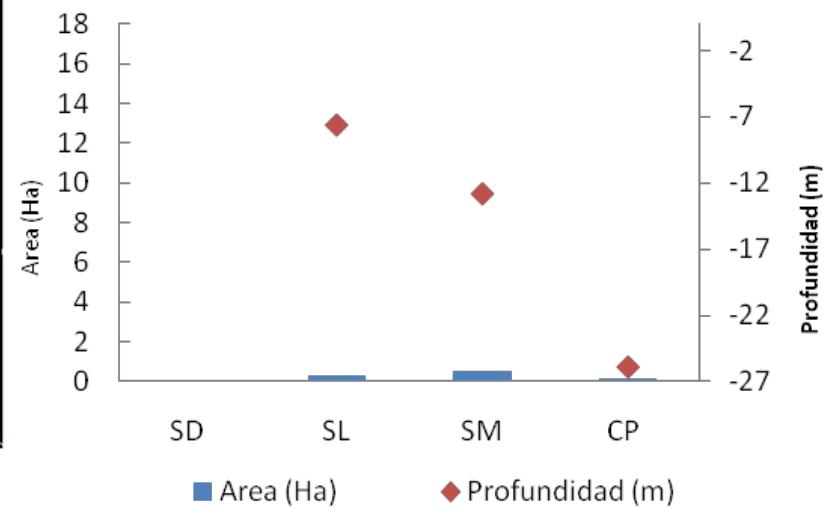
Playa de Vargas

2006



Profundidad media y cobertura

2011



Leyenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria)
 Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de
 GRAFCAN-Gobierno de Canarias

6.6 ZEC Playa del Cabrón

El sector norte de la costa de Arinaga pertenece a la ZEC Playa del Cabrón, un espacio protegido marino de 836 Ha. Es una de las áreas de mayor diversidad en especies marinas de la isla y del Archipiélago, dado su buen estado de conservación y la variedad de hábitats. Existen poblaciones de especies amenazadas en Canarias y de endemismos canarios, que unido a lo anterior, dan lugar a un espacio de gran importancia científica, pesquera y recreativa. En relación al Anexo I de la Directiva 92/43/CEE (Directiva Hábitats), este espacio se protegió en base al código 1110, referente a los *Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda*. Otro aspecto de relevancia es su situación fisiogeográfica, formando una pequeña rada al abrigo de las corrientes marinas predominantes en el este de la isla (E-littoral, 2010). En esta zona se han considerado para el estudio las praderas situadas al norte del Espacio Natural que, aunque no estén incluidos en el citado espacio, se han estimado importantes por sus características.

El análisis de la superficie ocupada por las praderas de *Cymodocea nodosa* en el periodo 1984-2011 muestra una tendencia regresiva, mientras que se produce un incremento sustancial de la superficie ocupada por *Caulerpa spp.* La profundidad a la que encontramos los distintos tipos de praderas ha disminuido a lo largo de estas dos últimas décadas.

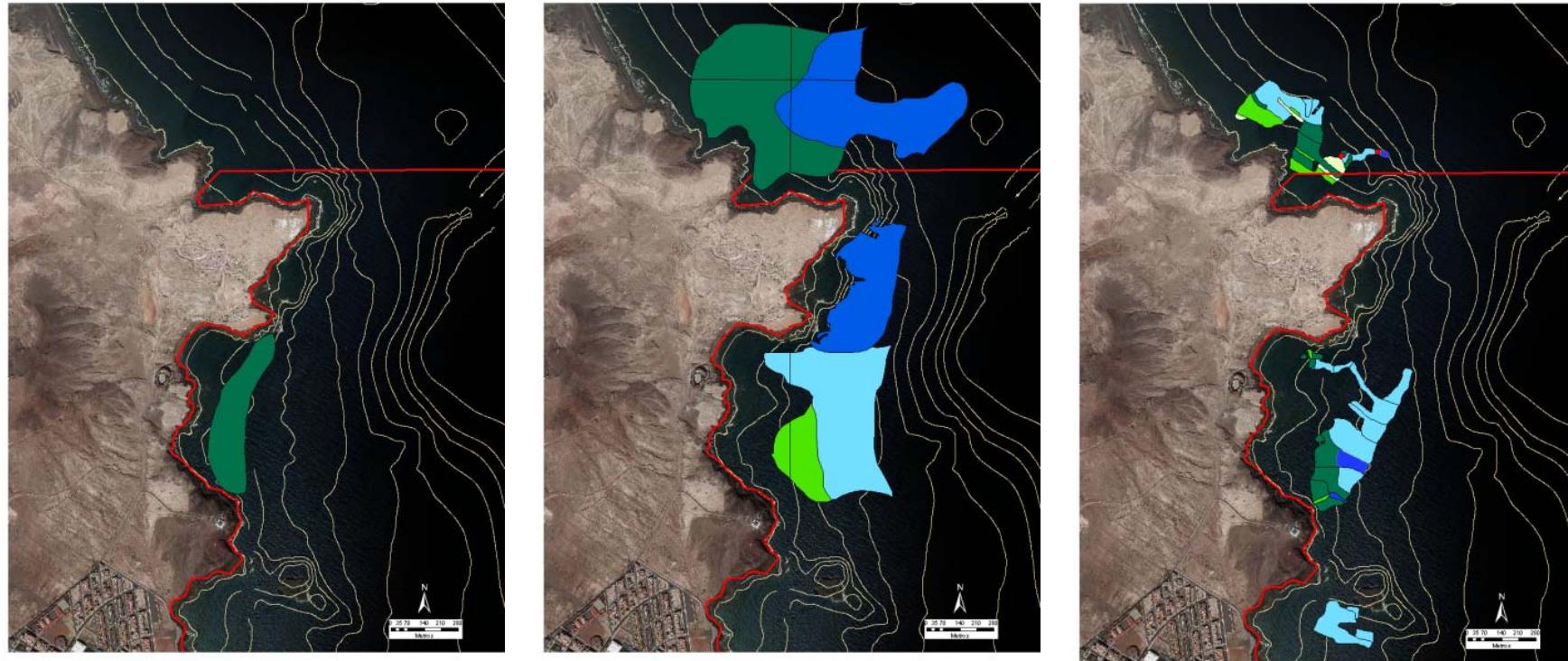
En el año 1984 el sebadal ocupaba una superficie de 8,46 Ha, a una profundidad media de 3,3 metros. En 2002, la superficie era cinco veces mayor, alcanzando 43,23 Ha, y localizándose la especie hasta 17 metros. Respecto a otras tipologías de fondo, el sebadal ocupaba un 38% del total del área estudiada. A pesar de esto, el caulerpal ya ocupaba más de una cuarta parte de la superficie estudiada, situándose a una mayor profundidad (22 metros). En la actualidad, la superficie de sebadal ha disminuido hasta valores inferiores (5,60 Ha) a los de hace 27 años. De todos modos, se mantiene una proporción elevada respecto a las otras tipologías (26%), comprobando in-situ la buena salud de que goza la pradera en las inmediaciones de la playa del Cabrón y al norte del ZEC. Las praderas son densas y continuas, con una tendencia clara en profundidad: mientras el sebadal laxo se sitúa en torno a los 4,5 metros, el sebadal más denso está a unos 10 metros de media. Más

profundas (11,3 metros) y más extensas (12 Ha) son las praderas mixtas, pudiendo comprobarse también como la proporción ha aumentado respecto a los años anteriores (55%). El caulerpal ocupa pequeñas franjas entre praderas mixtas, siendo la tipología menos presente en la actualidad.

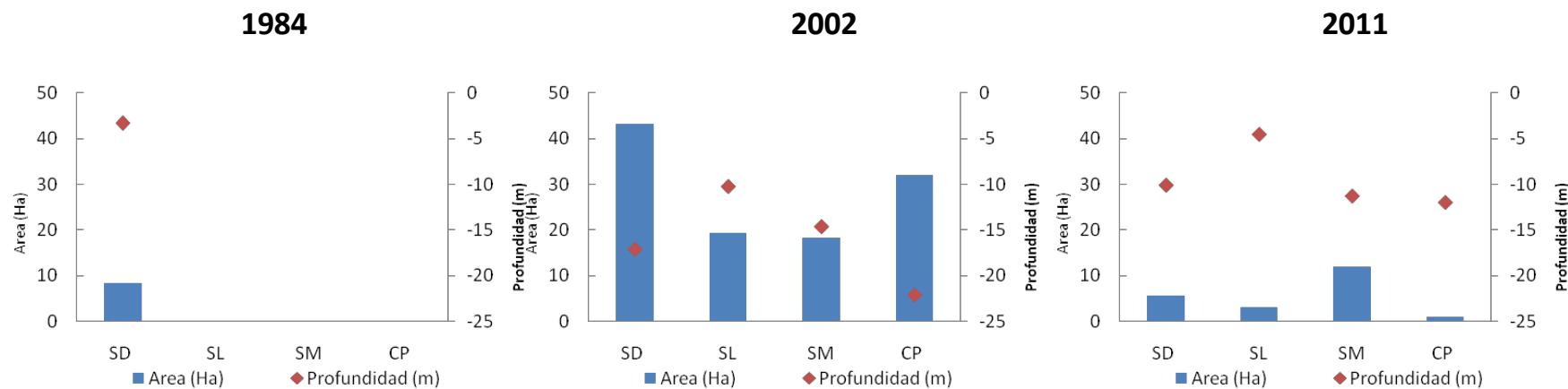
Tabla 6. Cobertura (Ha) de las comunidades por año, porcentaje ocupado respecto a la cobertura total del año y profundidad media

	1984 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2002 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2011 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)
Sebadal	8,46	100	-3,3	43,23	38,27	-17,1	5,60	25,86	-10,1
Sebadal laxo				19,39	17,17	-10,2	3,05	14,10	-4,5
Sebadal mixto				18,36	16,25	-14,6	11,99	55,38	-11,3
Caulerpal				31,99	28,32	-22,1	1,01	4,66	-12

ZEC Playa del Cabrón



Profundidad media y cobertura



Leyenda

- Comunidades vegetales
- Sebadal
 - Sebadal laxo
 - Sebadal mixto
 - Caulerpal
- Comunidades vegetales 2011
- Falta información
 - Haces dispersos
 - Caulerpa dispersa
- Batimetría
- Batimetría
- ZEC
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

6.7 Arinaga

En este tramo de costa, se incluyen las praderas situadas en la zona de Risco Verde, en la bahía de Arinaga (ambas incluidas en la ZEC Playa del Cabrón) y la Bahía de Formas. Esta área es donde se encuentra el núcleo urbano (7.786 hab. en 2006) y el puerto de Arinaga. Este último fue construido en el año 2003, con el fin de complementar la oferta del Puerto de La Luz y de Las Palmas. Hasta el momento su uso ha sido muy limitado, lo que ha provocado controversia social, debido al impacto que supuso su construcción. En la bahía que da forma a esta zona encontramos también varios emisarios submarinos.

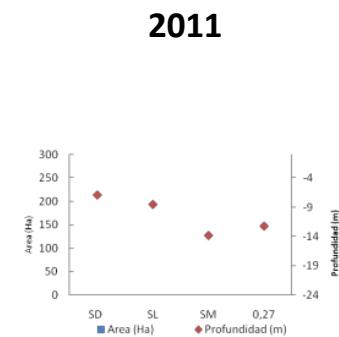
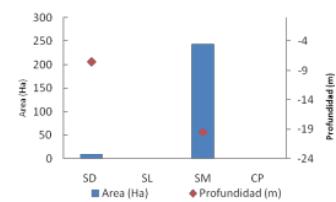
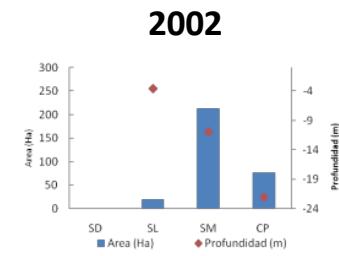
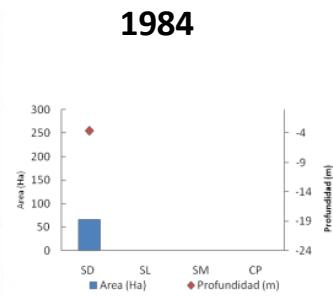
La regresión de todas las tipologías de seadales ha sido drástica. En el año 1984 se localizaba en esta zona una de la superficies más grandes de toda la isla, con más de 67 Ha, a una profundidad media de 6,6 metros. En el año 2002 esta superficie había desaparecido, y *Cymodocea nodosa* se presentaba en forma de pradera dispersa en una superficie de 19,42 Ha. Por otra parte, la progresión de *Caulerpa spp.* fue espectacular, formando praderas mixtas con un total de 213,3 Ha, más de 2/3 de la superficie estudiada. El caulerpal aparecía en profundidad (22,3 metros), ocupando el 25% de los fondos muestreados. El estudio realizado en el 2006 (después de la construcción del puerto), apuntaba la misma tendencia, mostrando incluso un aumento de la extensión de praderas mixtas (241,32 Ha), siendo aún más profunda (19,5 m). Aparecen también unas 10 Ha de sebadal a 7,5 metros de profundidad.

En la actualidad la presencia vegetal es prácticamente anecdótica. La seba se limita a pequeñas manchas frente al muelle viejo de Arinaga, y el caulerpal fuera del muelle nuevo también en forma de manchones.

Tabla 7. Cobertura (Ha) de las comunidades por año, porcentaje ocupado respecto a la cobertura total del año y profundidad media

	1984 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2002 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2006 (Ha)	% Area	Profundidad media (m)	2011 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)
Sebadal	66,67	100	-6,6				9,85	3,92	-7,5	0,23	14,43	-6,9
Sebadal laxo				19,42	6,27	-3,6				0,04	2,20	-8,5
Sebadal mixto				213,30	68,89	-10,9	241,32	96,08	-19,5	0,27	16,78	-13,8
Caulerpal				76,91	24,84	-22,3				1,06	66,59	-12,2

Arinaga



Leyenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

6.8 Juan Grande

Con las referencias del año 2002, vemos que frente al muelle se extendía una pradera mixta de 7,01 Ha entre los 7 y los 14 metros. Bordeándola, se extendía hacia el oeste una gran extensión de caulerpal de 106,79 Ha entre los 9 y los 26 metros de profundidad.

Actualmente, en la zona dónde antes estaba el sebadal mixto, se encuentra un caulerpal de 0,73 Ha. En el centro es bastante denso, perdiendo frondosidad en los bordes. Un parche pequeño de pradera mixta (0,16 Ha), con predominio de *Caulerpa spp.*, se sitúa continuo al caulerpal a los 8 metros de profundidad.

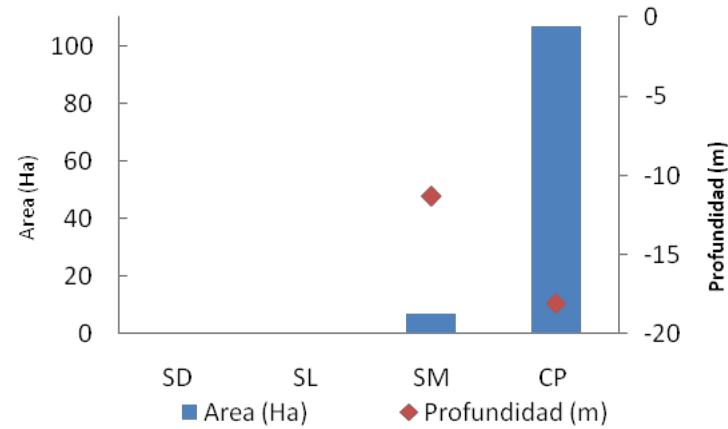
Tabla 8. Cobertura (Ha) de las comunidades por año, porcentaje ocupado respecto a la cobertura total del año y profundidad media

	2002 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2011 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)
Sebadal						
Sebadal laxo						
Sebadal mixto	7,01	6,16	-11,33	0,16	17,98	-11,33
Caulerpal	106,79	93,84	-18,05	0,73	82,02	-11,33

Juan Grande

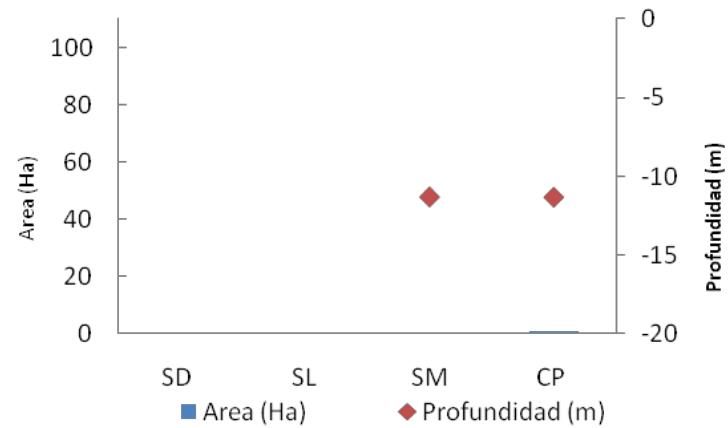


2002



Profundidad media y cobertura

2011



Leyenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

6.9 Juncalillo del Sur

Frente a la playa de Juncalillo del Sur y hasta el Aeroclub de Gran Canaria hay datos para los años 2002 y 2011. Las praderas se extienden a lo largo de más de dos kilómetros de costa, a partir de los 3 metros de profundidad y hasta los 15. Mientras que aparecen seadales densos que antes no estaban cartografiados, los seadales dispersos tienden a disminuir en un 66%. Por su parte, el área estudiada en el 2002 dificulta la comparación del caulerpal.

En el 2002 se extendían 87,10 Ha entre los 3 y los 10 metros de profundidad, entre las cuales no había seadales densos. La mayoría de las praderas se clasificaron cómo praderas laxas (68,44 Ha), entre la franja de los 3 y los 10 metros. Como praderas mixtas había 18,56 Ha en una mancha central, desde los 4 hasta los 11 metros de profundidad. A más profundidad se extendía un enorme caulerpal de 436,87 Ha entre los 10 y los 25 metros.

En el año 2011 se han cartografiado 89,78 Ha, superficie similar a la presencia de *Cymodocea* en el 2002. Tan sólo 11,88 Ha corresponden a praderas de sebadal denso en la zona norte (a los 7 metros de profundidad), mientras que el SMD ocupa 9,44 Ha, con una media de 6 metros de profundidad. En total las dos tipologías suman 21,32 Ha, siendo la profundidad media 6,4 metros. El sebadal laxo se extiende en las zonas someras (entre los 4 y los 8,5 metros) de todo el tramo costero, ocupando 24,01 Ha.

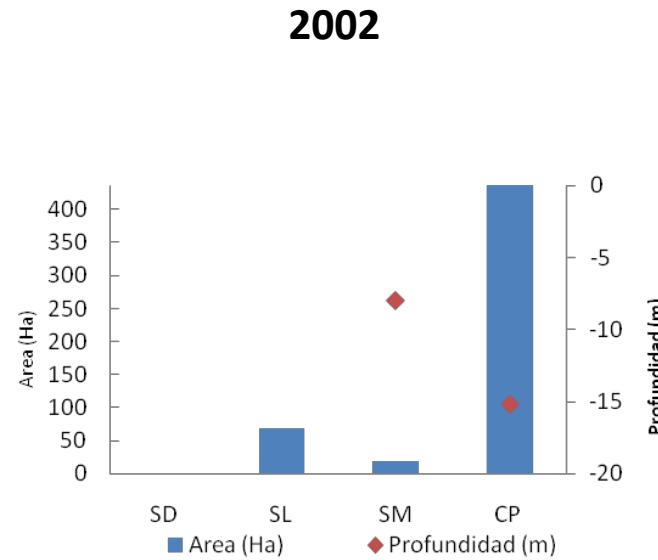
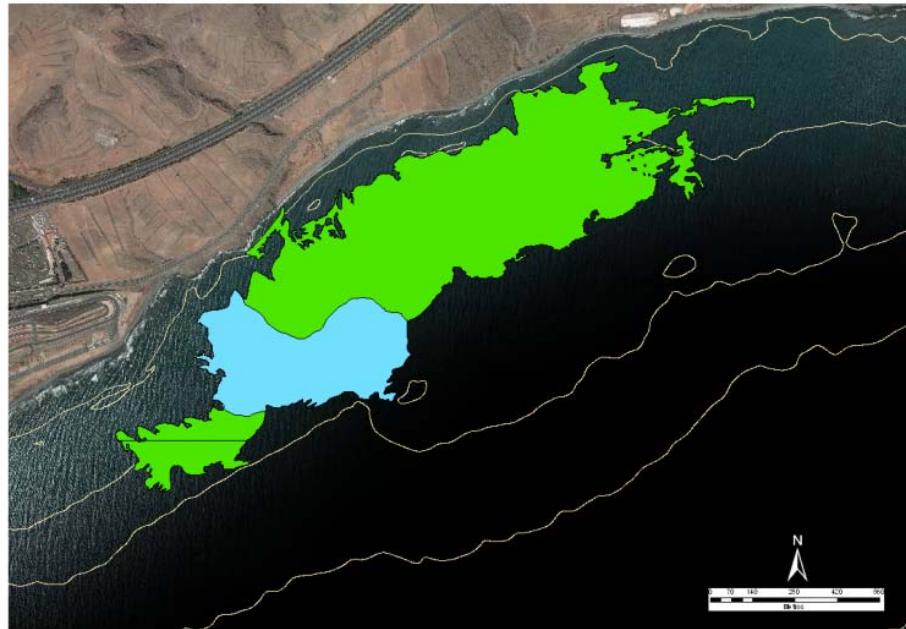
Entre los 6 y los 10 metros se alternan las praderas mixtas con extensiones similares. La extensión mixta con predominio de *Cymodocea* ocupa 13,48 Ha, mientras que con *Caulerpa spp.* son 13,22 Ha. El caulerpal se encuentra en la zona más profunda, de los 8 a los 15 metros, extendiéndose 24,32 Ha.

Algunos tramos se han considerado como praderas parcheadas, pero como no sabemos exactamente el grado de separación entre las distintas manchas, se ha optado por no hacer ningún cálculo adicional para conocer la superficie exacta que ocupa cada tipología.

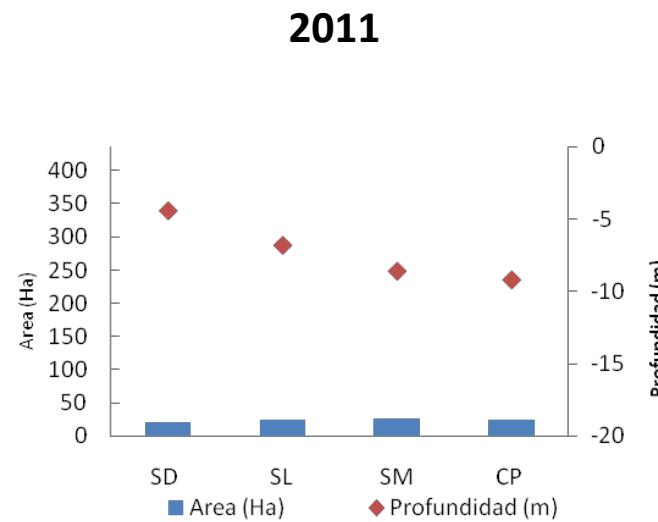
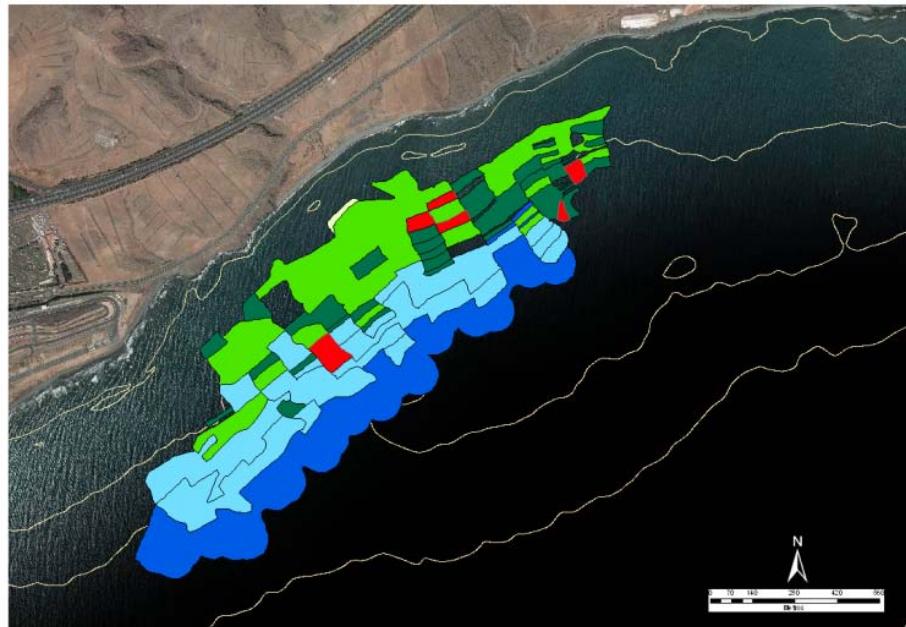
Tabla 9. Cobertura (Ha) de las comunidades por año, porcentaje ocupado respecto a la cobertura total del año y profundidad media

	2002 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2011 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)
Sebadal				21,32	22,13	-6,4
Sebadal laxo	68,44	13,06	-7,07	24,01	24,92	-6,8
Sebadal mixto	18,56	3,54	-8	26,70	27,71	-8,6
Caulerpal	436,87	83,39	-15,20	24,32	25,24	-9,2

Juncalillo del Sur



Profundidad media y cobertura



Leyenda

- Comunidades vegetales
- Sebadal
 - Sebadal laxo
 - Sebadal mixto
 - Caulerpal
- Comunidades vegetales 2011
- Falta información
 - Haces dispersos
 - Caulerpa dispersa
- Batimetría
- Batimetría
 - ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

6.10 ZEC Seadales Playa del Inglés

La ZEC marina se extiende sobre una amplia plataforma arenosa de suave pendiente y arenas mixtas, de origen orgánico y terrígenas, ocupando una superficie de 2,42 Ha. Su protección viene dada por el Hábitat 1100 del Anexo I de la Directiva Hábitats, *Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda*, y por las especies *Tursiops truncatus* y *Caretta caretta*. Según la descripción del espacio, se considera como el sebadal más extenso de la isla y uno de los tres mayores del Archipiélago. Además, también destacan las poblaciones de otra fanerógama marina, *Halophila decipiens*, y del alga verde *Avrainvillea canariensis*.

Esta zona, a pesar de la protección que alberga, es uno de los tramos de la costa de Gran Canaria más antropizados a lo largo de los últimos años. En él encontramos construcciones costeras (diques de protección, espigones), vertidos por emisarios y diversas actividades acuáticas (motos de agua, lanchas). Todo el litoral está intervenido por la mano del hombre.

Los seadales de este ENP se han dividido en dos tramos: el primero, la costa situada frente a Bahía Feliz, playa del Águila, San Agustín y Las Burras. El segundo abarca toda la playa del Inglés. Esto se ha hecho para visualizar mejor cómo ha evolucionado en el tiempo la presencia de comunidades vegetales en sus fondos.

6.10.1 Tramo Bahía Feliz-San Agustín

Esta franja costera, aunque pueda parecer muy grande para su estudio, es importante ya que representa uno de los tramos continuos más largos con praderas conocidas de Gran Canaria (en total son casi 5 kilómetros). Tenemos datos para los 3 años de estudio, aunque las primeras referencias son solamente para algunas bahías.

En 1984 había 2 praderas de sebadal muy bien delimitadas entre ellas entre la zona intermareal y hasta los 6 metros de profundidad. La primera, en la zona de Las Burras, de forma alargada y paralela a la costa con una extensión de 16,91 Ha, y la segunda, de forma más circular, frente al hotel San Agustín, de 4,74 Ha. La última pradera es la más extensa datada hace 27 años junto con la de Maspalomas, y corresponde al sebadal que se extendía por toda la franja de playa del Inglés. Para facilitar el análisis sectorizado se ha puesto como referencia de separación entre ambos tramos el espigón de San Agustín; así, se ha calculado que la pradera es de 8,18 Ha. En total sumaban 28,83 Ha de sebadales para este tramo costero hace 27 años.

Para el 2002, los sebadales se distribuyen en pequeñas manchas diseminadas entre el intermareal y los 11 metros de profundidad. En total son más de 1200 manchas ocupando un total de 42,35 Ha. De estas, sólo 9 manchas corresponden a sebadal denso, ocupando 2,47 Ha frente Bahía Feliz y San Agustín. El sebadal disperso estaba presente en los fondos someros de todo el tramo, ocupando 17,84 Ha desde la orilla hasta los 6 metros de profundidad. Las praderas mixtas eran las más presentes (765 manchas suman un total de 22,03 Ha) y las que se encontraban a mayor profundidad (hasta los 12 metros de profundidad). No hay datos para *Caulerpa spp.*

En el 2011 la superficie total cartografiada es de 141,84 Ha. Como sebadal denso se aprecian 3,21 Ha, distribuidos en distintas manchas a lo largo de la costa. En toda la zona se ha visto como su distribución era en forma de parches, disminuyendo así la superficie total. Los parches de sebadal medio denso ocupan 4,33 Ha, presentes en Las Burras y San Agustín, sumando en total las dos tipologías 7,54 Ha. El sebadal laxo se distribuye en los fondos someros hasta los 7 metros ocupando 13,9 Ha. En este caso la mayoría de las praderas son continuas. Las praderas mixtas se encuentran a más profundidad, entre los 2 y los 14 metros, predominando la presencia de *C. nodosa* con una extensión de 59,70 Ha, aunque la mayoría se consideran como praderas parcheadas. Cuando *Caulerpa spp.* es la especie mayoritaria, la extensión es de 33,70

Ha, aunque las praderas son más continuas. El caulerpal es la tipología que encontramos a más profundidad (entre los 5 y los 23 metros), aunque hay algunos parches a tan sólo 6 metros en la zona de San Agustín. Su extensión es de 13,35 Ha, siendo menos densos y parcheados a más profundidad.

Tabla 10. Cobertura (Ha) de las comunidades por año, porcentaje ocupado respecto a la cobertura total del año y profundidad media

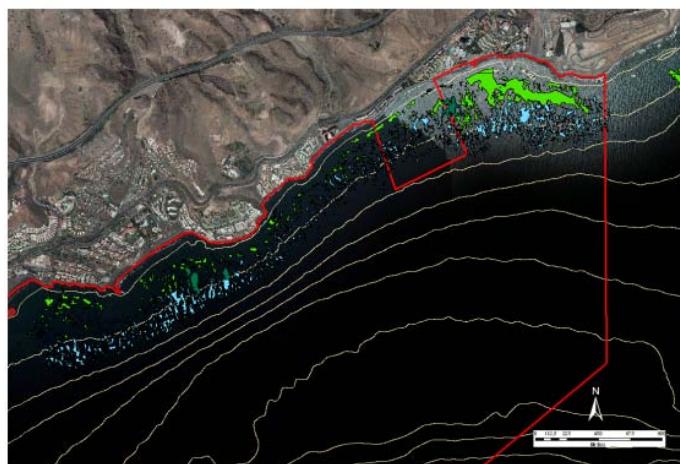
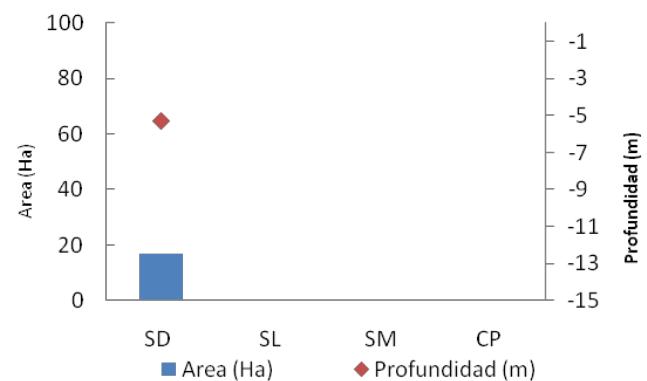
	1984 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2002 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2011 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)
Sebadal	16,91	100	-5,3	2,47	5,83	-5,2	7,54	5,89	-5,5
Sebadal laxo				17,84	42,13	-2,9	13,90	10,85	-3,94
Sebadal mixto				22,03	52,04	-7	93,40	72,92	-8,07
Caulerpal							13,25	10,34	-10,35

ZEC Sebadales del Inglés (Bahía Feliz-San Agustín)

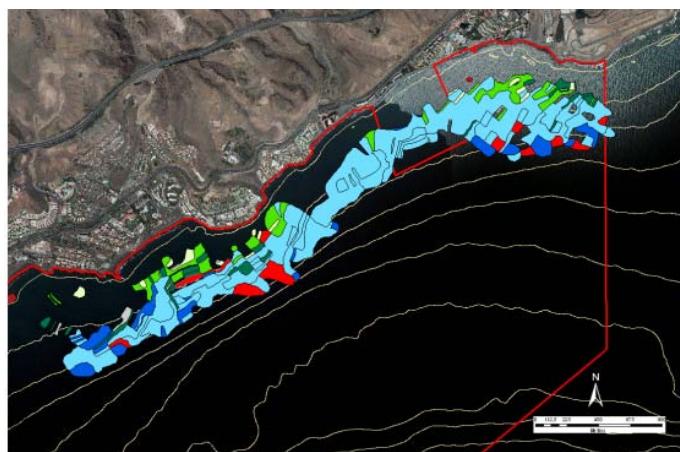
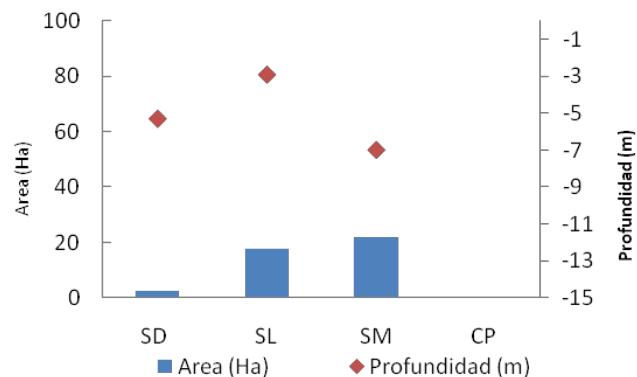


1984

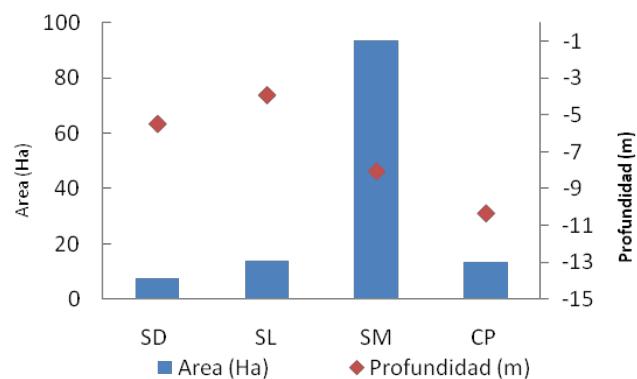
Profundidad media y cobertura



2002



2011



Leyenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

6.10.2 Playa del Inglés

Este tramo se extiende desde el espigón de San Agustín hasta la punta de la Bajeta, abarcando unos 4 Km de franja costera. Para esta zona, por la enorme cantidad de actividades que se realizan y por la presión antrópica que la amenaza, resulta sumamente importante valorar los resultados del análisis que se hagan. Como en el tramo anterior, tenemos datos para los 3 períodos de tiempo estudiados.

En 1984 existían 2 franjas de sebadal. La primera, con una superficie de 62,78 Ha y ocupando el intermareal hasta los 6 metros, abarcaba desde el espigón hasta aproximadamente la mitad de la playa del Inglés. La segunda pradera, más pequeña (12,8 Ha) y más somera (hasta los 4 metros), ocupa el último tramo de playa hasta la punta de la Bajeta.

En 2002 las praderas aquí también estaban diseminadas en muchas manchas, ocupando 52,41 Ha a lo largo de toda la playa, siendo más pequeña la presencia cuando nos acercamos a la Punta más meridional. El sebadal se distribuía en la zona sur, desde el final del centro comercial hasta la punta de la Bajeta, ocupando 6,18 Ha entre los 3 y los 13 metros (en el caso de las praderas más alejadas de las actividades humanas). El sebadal laxo es el que ocupaba las zonas más someras en todo el tramo de playa, ocupando 30,01 Ha. Se distribuía entre el intermareal hasta los 19 metros en el sur. Por su parte, el sebadal mixto se extendía más alejado de la costa, ocupando 16,22 Ha hasta los 14 metros de profundidad. La presencia de estas praderas mixtas no llegaban hasta la zona más meridional, sino que se distribuían hasta 1 Km al norte de la Punta de la Bajeta. Tampoco había referencias para caulerpal en este año.

En el 2011 se han cartografiado 54,37 Ha. En este caso las praderas no ocupan todo el tramo hasta al sur, ya que en los últimos 800 metros de playa, la presencia de especies vegetales desaparece por completo (únicamente hay un pequeño manchón con *Caulerpa spp.* muy diseminada a la altura de la punta de la Bajeta).

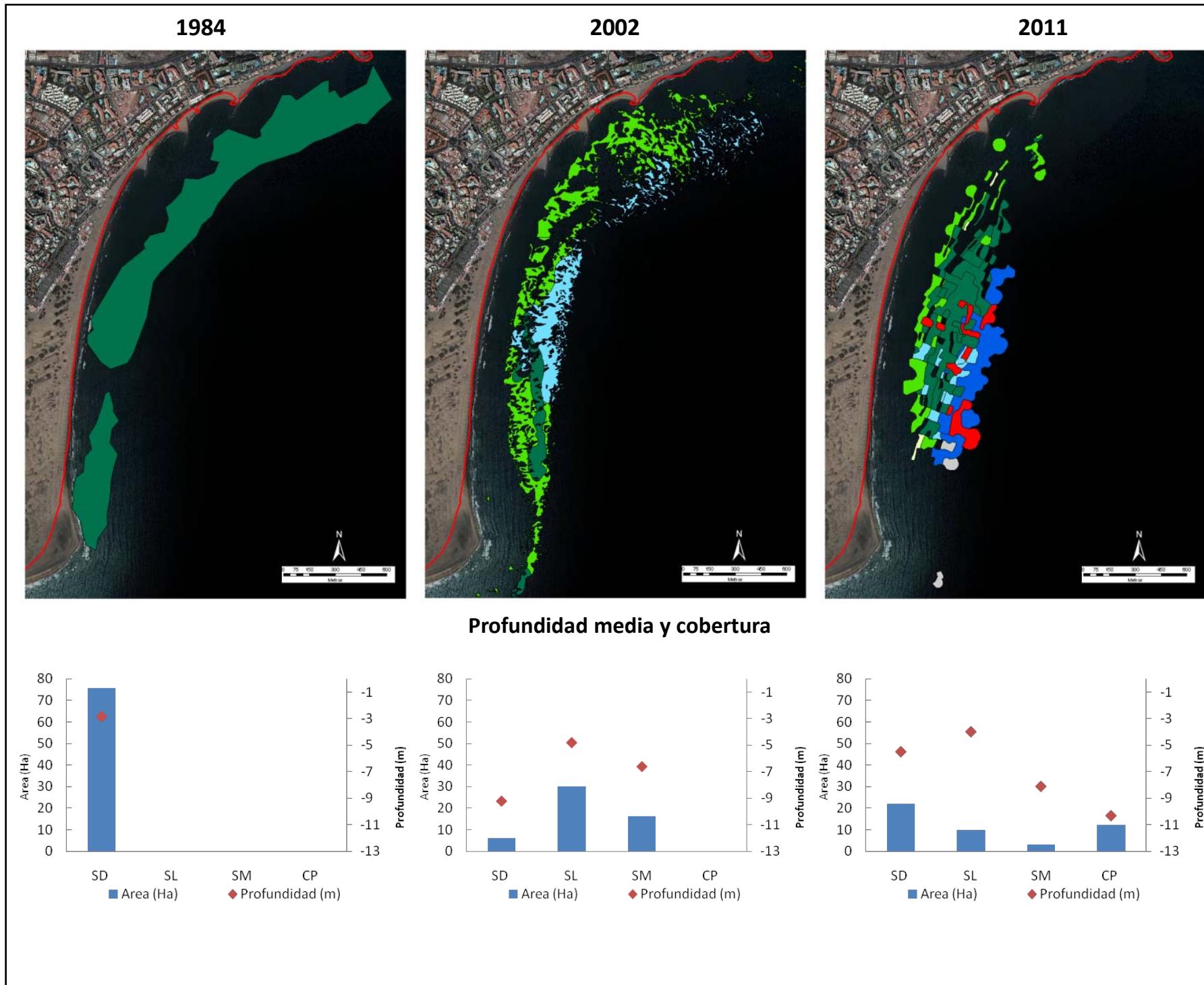
El sebadal denso ocupa buena parte de esta superficie con 9,56 Ha, desarrollándose en la zona central desde los 4 hasta los 12 metros de profundidad. Algunas superficies son parcheadas, pero las praderas más grandes son continuas y bastante densas. Asimismo, el sebadal medio denso, aunque de forma más parcheada,

ocupa 12,51 Ha entre los 3 y los 14 metros. Por su parte el sebadal laxo ocupa las zonas más someras, hasta los 7 metros, en un total de 10,03 Ha. Las praderas mixtas son prácticamente testimoniales y solamente en la zona sur. En total suman 3,23 Ha a una profundidad media de 8 metros, con muy poca presencia de *Caulerpa spp.* y en forma de parches. El caulerpal ocupa las áreas profundas (de 8 a 16 metros) y únicamente en la vertiente sur (a partir del centro comercial), con un total de 12,10 Ha. Se caracteriza por tener una distribución en forma de parches en las zonas más someras, y ser más continuo a mayor profundidad.

Tabla 11. Cobertura (Ha) de las comunidades por año, porcentaje ocupado respecto a la cobertura total del año y profundidad media

	1984 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2002 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2011 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)
Sebadal	75,67	100	-2,83	6,18	11,79	-9,28	22,07	46,53	-5,5
Sebadal laxo				30,01	37,26	-4,82	10,03	21,15	-4,0
Sebadal mixto				16,22	30,95	-6,65	3,23	6,81	-8,1
Caulerpal							12,10	12,10	-10,3

ZEC Sebadales del Inglés (Playa del Inglés)



Leyenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

6.11 ZEC Franja marina de Mogán

Esta ZEC marina ocupa 29852 Ha, y su localización al sur de la isla le protege del oleaje y el viento dominante. El área se caracteriza por la presencia de una amplia plataforma marina de fondos someros y arenosos. Precisamente esta área que se menciona en la descripción del ENP, está a una distancia de 300 metros a la costa, y por tanto no está protegida.

Estas características tan favorables para el desarrollo de un variado número de ecosistemas, son las razones que han llevado a su protección. Incluso se menciona que “al ser una de las zonas más productivas de Canarias, ha permitido el establecimiento de hábitats de interés como los sebadales...”. Justamente, la superficie donde se dan las condiciones óptimas para el crecimiento de esta fanerógama, son en los primeros 30 metros de profundidad que están desprotegidos en su mayoría. Igual que en las anteriores ZEC's vistos hasta ahora, está protegido por el código 1110 *Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda* de la Directiva Hábitats. También está protegido como hábitat de las especies *Tursiops truncatus* y *Caretta caretta*

El análisis para esta zona se realiza para el tramo de costa desde el inicio de la urbanización de Meloneras hasta la cementera de Arguineguín. Es una franja bastante larga (7 Km), pero el entramado continuo de praderas la hace una zona singular para su estudio. Existen datos para las 3 épocas estudiadas hasta ahora. Cabe destacar también la presencia del alga *Cottoniela filamentosa*, alga que epifita sobre los sebadales, y que en primavera es cuando se observa en su mayor esplendor (los vídeos fueron grabados a finales de junio). Este hecho ha dificultado el análisis de las imágenes, aunque la superficie donde falta información no sobrepasa el 5% del área total, así que no se ha considerado significativo.

En 1984 existían 4 praderas de sebadal, todas ellas ocupando la franja del intermareal hasta los 9 metros de profundidad. La primera, de 25 Ha, abarcaba la zona entre Meloneras y hasta las inmediaciones de lo que actualmente es el muelle de Pasito Blanco. Desde el exterior de éste y bordeando el primer tramo de acantilados, había una segunda pradera de 16,98 Ha. Hacia el este y algo más pequeña (13,80 Ha), se extendía desde la Playa de Montaña Arena hasta la salida del barranco del mismo

nombre. Por último, la pradera más extensa (59,92 Ha), ocupaba prácticamente en su totalidad la bahía de Santa Águeda.

Para el 2002, el análisis resulta un poco complicado. En los datos aparece un enorme caulerpal que se extendía desde donde terminan los distintos tipos de praderas, hasta 5 Km mar adentro, ocupando más de 1400 Ha. Este hecho es debido a la enorme plataforma existente en esta zona, cuyas dimensiones no permitieron abarcar el estudio para el año 2011. Por este motivo, en el análisis de la evolución de las praderas no se incluye el caulerpal en el año 2002.

Las praderas ocupaban una extensión de 549,50 Ha desde la franja intermareal, hasta los 20 metros donde se encontraban las praderas mixtas, existiendo una gran dispersión en profundidad según la tipología de la pradera. El sebadal no está muy representado en esta zona. Sólo existía una pequeña pradera somera (2 metros) de 0,91 Ha en los acantilados que separan las dos playas de Montaña Arena. Igualmente, las praderas laxas no son muy numerosas (50,02 Ha), pero cubren toda la franja hasta los 8 metros de profundidad. En el 2002 la mayor parte de superficie estaba ocupada por las praderas mixtas, con 498,57 Ha. Ocupan la franja próxima y más profunda de los sebadales laxos, hasta los 13 metros, incluso con algunas praderas bastante alejadas de la costa a unos 20 metros de profundidad.

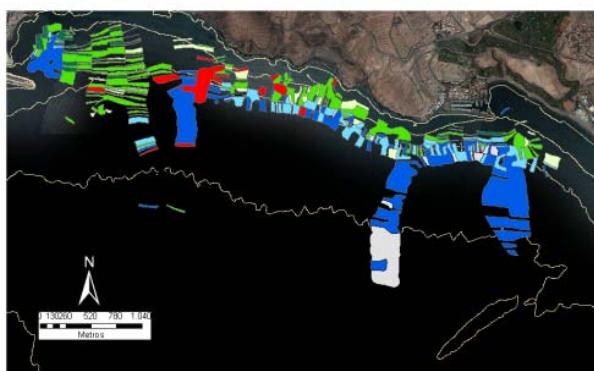
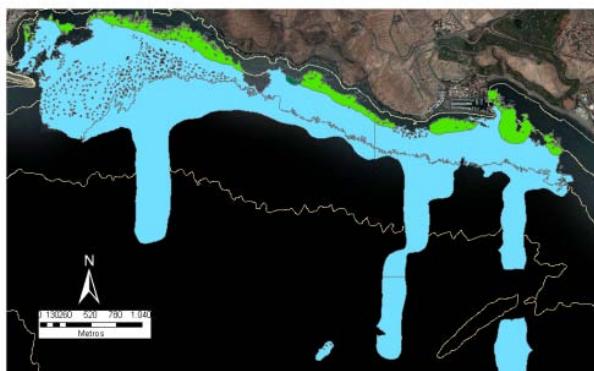
En el 2011 se han cartografiado 227,53 Ha, variando la tipología de las praderas según la localización. Por ejemplo, de sebadal denso únicamente encontramos 4 praderas pequeñas en la zona más próxima a la costa de la Bahía de Santa Águeda, muy próximas a donde se encontraban antiguamente las jaulas de acuicultura. Suman 1,36 Ha, y se sitúan entre los 4 y los 7 metros de profundidad. El sebadal medio denso ocupa 6,97 Ha en toda la zona de estudio, aunque en su mayoría se concentra también en la cercanías de Arguineguín entre los 4 y los 12 metros. Podemos ver también algunas praderas en el exterior del muelle de Pasito Blanco y frente a Montaña Arena. En ambos casos se trata de praderas continuas. El sebadal laxo está presente en la franja somera a lo largo de todo el tramo de costa. En total hay 57,71 Ha, ocupando en su mayoría la bahía de Santa Águeda. Existen cerca de estas praderas numerosas zonas con la presencia de la especie esporádicamente (HD).

Las praderas mixtas no son muy extensas y difieren según la tipología. Cuando predomina *C. nodosa*, sólo se observan algunas manchas entre Pasito Blanco y Montaña Arena, ocupando 3,99 Ha entre los 6 y los 12 metros de profundidad. Cuando predomina *Caulerpa spp.*, las manchas ocupan 25,28 Ha, llegando en este caso hasta los 15 metros en las zonas más lejanas de la bahía. El caulerpal se extiende en las áreas más profundas, abarcando zonas muy extensas en cuanto desaparece la fanerógama, destacando un caulerpal de 8,5 Ha muy cerca de la cementera, justo en la zona dónde observábamos los sebadales más densos, pero a unos 7 metros ahora. En total, tiene una superficie de 82,91 Ha.

Tabla 12. Cobertura (Ha) de las comunidades por año, porcentaje ocupado respecto a la cobertura total del año y profundidad media

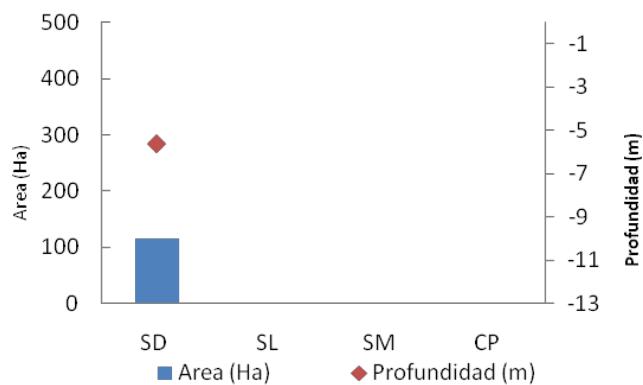
	1984 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2002 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)	2011 (Ha)	% Área	Profundidad media (m)
Sebadal	115,71	100	-5,6	0,91	0,17	-2,1	7,33	4,23	-7,6
Sebadal laxo				50,02	9,10	-3,13	57,71	33,32	-9,1
Sebadal mixto				498,57	90,73	-10,07	29,27	14,59	-10,2
Caulerpal							82,91	47,86	-11

ZEC Franja marina de Mogán

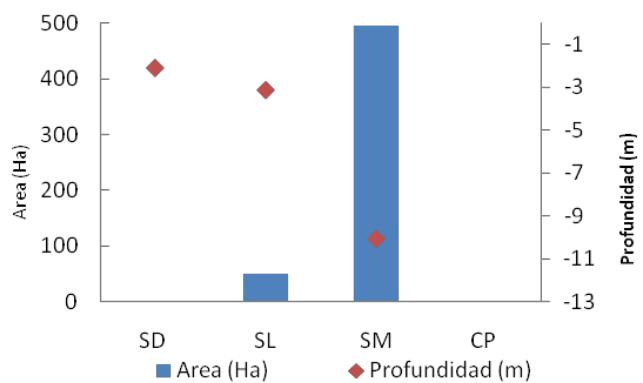


Profundidad media y cobertura

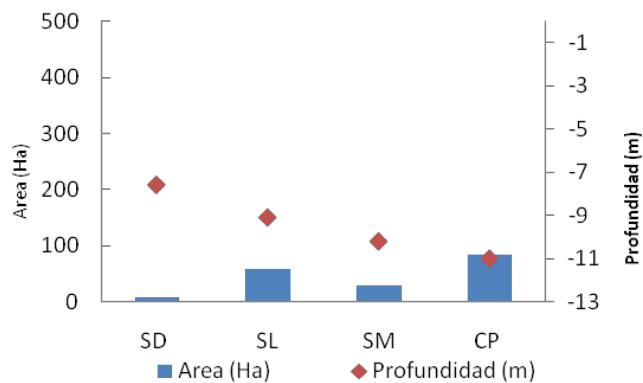
1984



2002



2011



Leyenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

7. Discusión

Al comparar datos de diferentes fuentes y métodos, muchas veces no se reflejan correctamente las diferencias espacio-temporales de las comunidades vegetales (Barsanti et al., 2007). Sin embargo, la propia disponibilidad de tales datos históricos merece la realización de ese esfuerzo, con el fin de hacer una aproximación a ese análisis. Este es el caso del presente trabajo, dónde la metodología para obtener los datos referentes a la presencia de *C. nodosa* ha variado considerablemente desde 1984: así, en ese año se realizaron observaciones visuales a menos de 10 metros y tan sólo para *C. nodosa*, mientras que en los años 2002 y 2006 se utilizaron cámaras de video submarinas, aunque la separación entre transectos fue dispar, al igual que también fue distinta la clasificación de comunidades bentónicas.

El aumento de la superficie entre las dos primeras fechas viene dado, sobre todo, por esta disparidad de las fuentes y métodos utilizados. Así, el hecho de que la superficie estudiada aumente en profundidad, y el de que los transectos estén separados unos 250 metros, exige de una interpretación cuando menos cautelosa de las variaciones experimentadas. Sin embargo, a partir de 2002 los datos se pueden considerar comparables, ya que se utilizó el mismo sistema de posicionamiento, aunque de igual forma hay diferencias metodológicas en la captura de los datos, y especialmente en cuanto a la nomenclatura utilizada para la clasificación de las comunidades vegetales.

Conforme a los resultados obtenidos, a través del análisis comparativo mediante SIG, podemos considerar que, globalmente, se ha perdido mucha extensión de sebadal. Si en el año 1984, la superficie era de 601,73 Ha, en la década de 2000 esta superficie se había reducido a 120 Ha. Aunque en el 2011 no se ha cartografiado toda la isla, los datos disponibles permiten aseverar que el ritmo de reducción se está acelerando. La información que se estima que merece ser considerada con atención es en qué medida se van perdiendo estos sebadales con la presencia únicamente de *Cymodocea nodosa*, siendo sustituidas por praderas mixtas o bien caulerpales. A su vez, también tiene interés, en este sentido, establecer métodos que permitan conocer si las causas de esos cambios son de origen antrópico o natural.

En esta línea, a continuación se aborda una aproximación a estas cuestiones. Se valoran, así, los datos obtenidos del análisis por zonas, establecidas en los resultados, comentando las posibles causas de los cambios observados e incidiendo en los impactos que los han podido provocar.

7.1 La playa de las Canteras: el enterramiento de la seba

Las poblaciones de *Cymodocea nodosa* en la playa de las Canteras han sufrido una fuerte regresión a lo largo del tiempo, produciéndose una clara y alarmante desaparición de la especie en la actualidad. Desde los primeros estudios de 1962 (Espino et al., 2008), hasta la actualidad, los sebales han pasado de ser extensas praderas, densas y sanas, a encontrarse únicamente algunos haces dispersos muy diseminados.

La principal causa de dicha regresión es la sedimentación que sufre la dársena de las Canteras. El origen de esta acumulación de arena se debe a la expansión que experimentó la ciudad hacia el norte, desde mediados del siglo XIX, ocupando el tómbolo (istmo) de Guanarteme, hecho que favoreció la colmatación de esta dársena, ya que se impedía la circulación eólica de la arena (MMA, 2008). Al respecto, cabe comentar que estas plantas tienen sus propios mecanismos para evitar el ahogamiento por sedimentación, aumentando la tasa de crecimiento de los rizomas verticales. De hecho, se ha podido comprobar en esta playa que los rizomas horizontales se detenían para favorecer el crecimiento vertical (Pavón-Salas et al., 1998). No obstante, si la sedimentación es de más de 7 cm/año, como es el caso de Las Canteras, las plantas no sobreviven (Sánchez, 2004).

Además del enterramiento, este fenómeno provocó la reducción del calado, y con ello la disminución de la profundidad, favoreciendo el acceso hacia la barra a los bañistas, de forma que las plantas que conseguían sobrevivir a la sedimentación, se enfrentaban al pisoteo durante la bajamar.

Para el año 1962 se señalaba la existencia de 5,4 Ha de praderas bien conservadas (Espino et al., 2008); en 1984, esta superficie había aumentado hasta 10,45 Ha (Wildpret et al., 1987). A partir de ese momento las superficies comenzaron a

disminuir de forma notable. En 1998 se encontraron tan sólo 0,6 Ha de sebadal en regresión, y el gran sebadal central aparecía notablemente parcheado (Pavón-Salas et al., 1998), mientras que en 2003 quedaban 0,34 Ha de sebadal en regresión, con muchos de los rizomas muertos y aflorando sobre el sustrato (Espino et al., 2003). En el año 2011, se han observado haces dispersos frente playa Chica y en la zona del hotel Reina Isabel.

7.2 La costa noroeste: vertidos, tráfico marítimo y jaulas de acuicultura

El tramo costero desde la playa de las Alcaravaneras hasta el roque de Gando, es donde hay menos presencia de *Cymodocea nodosa*, junto al norte de la isla. Son muchos los factores que pueden explicar este hecho, pero concretamente hay dos que sugieren la escasa densidad de la especie en esta zona: el clima marítimo y los vertidos.

La exposición dominante de este tramo costero hacia el noreste hace que se encuentre directamente afectado por vientos de intensidad media, pero muy frecuentes, sobre todo entre mayo y septiembre. Esto provoca que el litoral esté sometido de manera constante al viento y al oleaje. Desde el punto de vista oceanográfico, en la zona oriental de Gran Canaria se puede comprobar que la dirección significativa del oleaje es de norte, mientras que la altura de ola significativa (H_s) en la zona tiene valores comprendidos entre 1 y 1,5 metros (E-litoral, 2010). Así, cuando se producen los temporales, a través del fuerte oleaje asociado, dan lugar a movimientos masivos de sedimentos, causando el afloramiento de rizomas y raíces. Aunque la planta pueda crecer sobre estructuras sedimentarias móviles (siempre que su desplazamiento no provoque una tasa de enterramiento superior a la del crecimiento de los rizomas verticales (Marbá y Terrados, 2004)), la escasa presencia a lo largo de los años de la planta parece indicar que esta zona no es muy propicia para el establecimiento de individuos.

Los vertidos también pueden ser importantes para que no se instale la especie en este tramo costero. Únicamente en el T.M. de Las Palmas de Gran Canaria se contabilizan 25 emisarios submarinos de distinta índole y características (según

cartografía disponible en la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias), afectando sobre todo a las antiguas manchas de San Cristóbal. A parte de modificar las condiciones ambientales del entorno (pH, temperatura, nutrientes), afecta sobre todo a la turbidez de la columna de agua, bloqueando la luz solar. En las bahías de Telde, dónde en 1984 había praderas densas, se ha observado también una clara reducción de los sebadales. Al respecto cabe añadir que la gran mayoría del tramo costero de Telde ha experimentado un amplio crecimiento urbanístico en las últimas décadas, produciéndose, en paralelo, una concentración de estos emisarios. También se podría anotar como un impacto posible para las praderas de esta franja costera la contaminación derivada del fondeo de grandes embarcaciones en el área de San Cristóbal.

A menor escala, también cabe la posibilidad de que el tráfico marítimo que sale diariamente del muelle de Taliarte haya podido favorecer la desaparición del sebadal que antes se encontraba en estos fondos. En Espino et al. (2003), también se observa la posibilidad de que la pesca de arrastre con chinchorros y salemeras haya deteriorado el sebadal.

Aunque no se han estudiado para Canarias, son muchos los trabajos que describen el efecto negativo que tiene el anclaje de las embarcaciones sobre los fondos marinos en el Mediterráneo (Milazzo et al., 2002; Balaguer et al., 2011). Diariamente, numerosos aficionados a la pesca recreativa fondean sus embarcaciones en los fondos someros. Esta actividad continuada, a lo largo de los años, puede haber provocado también la regresión en este tramo de costa.

Otro factor de amenaza que actuaba sobre los sebadales de Taliarte y Salinetas era las jaulas para el engorde de doradas y lubinas que se encontraban frente a la bocana del puerto, que ya han sido desinstaladas (Espino et al., 2003). Diversos estudios indican que los efectos visibles de la acuicultura sobre los ecosistemas bentónicos se observan a una distancia no superior a los 50 metros (IUCN, 2007). El principal problema viene dado por el efecto sombra, ya que los fondos marinos con jaulas no reciben tanta luz solar. En el caso de los sebadales, esta disminución de radiación afecta al proceso fotosintético, intensificado con las descargas de nutrientes y el consiguiente recubrimiento de epífitos.

Como consecuencia del enriquecimiento de nutrientes del agua, las praderas sufren pérdidas a gran escala (IUCN, 2007), que pueden prolongarse en el tiempo, durante años, incluso cuando la actividad haya cesado. En *Posidonia oceanica* se ha comprobado que los individuos mueren y los efectos son irreversibles, por lo menos a escala humana. En esta especie la disminución en el crecimiento vertical de los rizomas puede ser utilizado como un indicador temprano del impacto sobre las praderas, cuestión que también es atribuible a *Cymodocea nodosa* (Marbà, 2006).

En el caso de Canarias, se hizo un estudio de impacto ambiental en dos granjas de la isla de Gran Canaria: en la Bahía de Arguineguín y en Melenara (Vergara et al., 2005). Mientras que en la primera las praderas no sufrieron oscilaciones anómalas, en las proximidades de las jaulas de Melenara hubo una disminución significativa en el número de haces por metro cuadrado, en la altura de las plantas y en el porcentaje de cobertura en 100 m². De junio de 1999 a septiembre de 2001 el número de haces por metro cuadrado se redujo 11 veces (de 670 a 60 haces/m²)

La planificación adecuada para la selección de los sitios de acuicultura requiere un buen trabajo a nivel regional, incluyendo estudios batimétricos, hidrodinámicos y ecológicos para evitar efectos perjudiciales sobre las especies próximas. Es por este motivo que la toma de decisiones para una gestión sostenible de las jaulas de acuicultura se debe hacer individualmente, evitando áreas próximas con grandes praderas, por su incompatibilidad (IUCN, 2007).

7.3 Bahía de Gando: un caso inexplicable

La total desaparición de los sebadales de la bahía de Gando es, sin duda alguna, uno de los hechos que más preocupan a los investigadores, debido a la falta de una explicación razonable. Todas las características ambientales hacen de la zona un hábitat propicio para el desarrollo de la especie: fondos someros, resguardados del oleaje dominante, protegidos legalmente, sin emisarios,...

Desde los primeros estudios realizados se ha comprobado como la extensión de la pradera era bastante grande, pero a partir de los años 90 este sebadal ha ido siendo sustituido por las algas *Caulerpa spp.* que se iban instalando en los fondos de la bahía.

En el 2002 la seba se limitaba a ocupar solamente el 7% de los fondos cartografiados, mientras las praderas mixtas ya lo hacían en un 63% y el caulerpal en un 30%. En la actualidad sólo quedan algunos haces dispersos de *Cymodocea nodosa*, el resto son praderas mixtas (42%) y caulerpal (56%).

En el año 2003 se observaron galletas de hidrocarburos y residuos sólidos en el fondo (nasas, botes diversos, metales) (Espino et al., 2003), estos últimos presentes también en el 2011. Pero este hecho no explica el cambio radical que ha sufrido la zona. Dado que en esta área se localizan los puntos de suministro de hidrocarburos al aeropuerto de Gran Canaria, convendría la realización de un estudio exhaustivo sobre el mantenimiento de esta infraestructura, con el fin de averiguar si en algún momento ha habido algún vertido accidental o la reiteración de pequeños vertidos crónicos, que puedan explicar la desaparición de los sebales de la bahía.

7.4 Arinaga: conservación vs construcción

El tramo de costa entre el norte de la punta de la Sal (ZEC Playa del Cabrón) y la bahía de Formas es una de las más peculiares de la isla, en cuanto al concepto que tenemos de Gestión Integral de las Zonas Costeras (GIZC). Si bien el sector situado más al norte se caracteriza por estar protegido y formar parte de la Red Natura 2000 (debido a sus peculiaridades ambientales, que la hacen única para el establecimiento de *C. nodosa*, y por ser una de las zonas con más biodiversidad de Gran Canaria, pues incluso aparecen ejemplares de otras latitudes), el tramo más meridional se ha convertido en foco de controversia por el impacto que ha acarreado la construcción de un nuevo puerto industrial. Las diferencias en la gestión de la costa son notables, y ello se manifiesta en la conservación de *Cymodocea nodosa*.

Conforme a los resultados obtenidos, a través del análisis comparativo mediante SIG, se puede considerar que la zona protegida es un área bien conservada desde el punto de vista ecológico. Las superficies han variado a lo largo de los años, pero el estado actual muestra una buena salud de las praderas. Las diferencias observadas en cuanto a la presencia de *Caulerpa spp.* pueden venir motivadas por las diferencias entre los métodos utilizados para la captura de los datos. Sorprende la

buena salud de las praderas en la zona que no queda protegida por la ZEC de Playa del Cabrón, al norte de la Punta de la Sal. A pesar de estar más expuesto al oleaje de NE, encontramos una superficie más grande de praderas sin la presencia de *Caulerpa spp.* Por este motivo tendría interés la ampliación de la zona protegida hacia al norte, propuesta que ya se ha considerado con anterioridad, pero con base en otras figuras de protección, como la Reserva Marina o la Zona de Acondicionamiento Marino (Medina Falcón et al., 2000; E-littoral, 2010). La grabación más precisa hecha el presente año, con transectos separados entre sí por un máximo de 50 metros, puede suponer una buena base para posteriores estudios hechos con la misma finalidad.

El cambio observado en la bahía de Arinaga y la bahía de Formas resulta tan drástico, que merece un análisis en profundidad, pues es evidente que supera ampliamente las diferencias en cuanto a las fuentes y las metodologías utilizadas para la captura de datos. Al respecto, la construcción del puerto de Arinaga en 2003 puede haber supuesto un antes y un después respecto a la pérdida casi total de la vegetación marina existente hasta ese momento. *Caulerpa prolifera*, que al ser una especie pionera se adapta mejor en ambientes menos propicios, ha desaparecido prácticamente de la bahía, hecho que lleva a suponer que los cambios en la dinámica de las masas de agua fueron considerables. En este sentido, los cambios han sucedido tal y como cabría prever, conforme a los antecedentes estudiados: la construcción costera supone un impacto negativo para las praderas, ya que aumenta la turbidez en el agua, disminuyendo la luz que penetra en superficie, y produciendo el depósito en el fondo de más fango, el cual termina por ahogar la vegetación (Sánchez, 2004; Barsanti, 2007). Igualmente se han modificado las condiciones oceanográficas de la zona, limitando el transporte de la masa de agua y los nutrientes.

Los efectos por los vertidos en esta zona pueden tener menor importancia, ya que el principal emisario se encuentra situado dentro del muelle, e incluso hay algunos focos de contaminación en la zona de Risco Verde y el Cabrón, dónde las praderas se encuentran en buen estado.

En resumen, puede haber una variación natural, dependiendo de las condiciones oceanográficas y del sustrato acaecidas durante el año, como en el caso

del área del Cabrón, o bien variaciones inducidas por impactos antrópicos que son superiores a la propia resiliencia de las comunidades vegetales.

7.5 El sur de Gran Canaria: ocio y seba.

La parte más meridional de la isla de Gran Canaria es conocida por ser uno de los principales atractivos turísticos del archipiélago. Las dunas de Maspalomas, con sus más de 7 Km de playas, conforman un enclave único para el turismo de sol y baño. Pero a lo largo de los años, el negocio ha evolucionado hasta el turismo de masas, superando las 75.000 camas entre Maspalomas y el Inglés. Esto ha ocasionado un deterioro ambiental del espacio terrestre y marino.

El análisis de los resultados se tiene que tratar de manera individualizada por las diferentes zonas, ya que las presiones y los impactos varían en cada una de ellas. Por ejemplo, los sebadales de Juncalillo del Sur muestran un buen estado de conservación, aunque muchos de ellos se distribuyan en parches. Aunque las superficies hayan disminuido, la presencia de seba sigue siendo considerable respecto a *Caulerpa spp.* La escasa presión antrópica que hay en este entorno (no hay ningún emisario ni actividad humana), y las mejores condiciones climáticas que las zonas situadas más al norte, hacen que estas praderas puedan considerarse estables en el tiempo, aunque en el espacio las superficies no digan lo mismo.

Respecto a la ZEC Sebadales Playa del Inglés, a pesar de la gran presión que supone el turismo en la zona, las praderas muestran síntomas de recuperación en este enclave. Aunque los datos de 2002 muestren una distribución en parches de los sebadales, en el cálculo realizado en 2011 no se ha aplicado ningún criterio de ajuste para la tipología de las praderas, ya que se ha visto que en su mayoría eran continuas. Con un ajuste en estos términos quizás los valores serían similares. Lo que sí cabe destacar es el aumento de presencia de *Caulerpa spp.* en el tramo entre Bahía Feliz y San Agustín. Esta zona se caracteriza por la aparición del alga verde a poca profundidad (unos 8 metros), quizás debido a esta enorme actividad en las playas cercanas. Los emisarios submarinos son pocos (4 en total), pero en determinadas épocas del año no pueden soportar la capacidad de carga en el tratamiento y los

vertidos terminan en el mar sin ningún proceso previo. Estos emisarios introducen en exceso nutrientes y materia orgánica al medio marino, produciendo efectos regresivos que causan un grave deterioro en los seadales. En los puntos de descarga, los seadales desaparecen y se observa un claro gradiente conforme nos alejamos de dichos puntos, con sebas cada vez mayores a mayor distancia (Espino et al., 2008). El halo de influencia del emisario viene determinado por diferentes características oceanográficas, entre las que destaca la existencia de corrientes marinas que ayuden a diluir rápidamente el caudal de agua vertida, así como las características del propio vertido (caudal, tipo, tratamiento previo, frecuencia, etc.).

La urbanización del entorno de Playa del Inglés provoca un gran consumo de agua para el abastecimiento de la población, piscinas, campos de golf, etc. Como solución al problema, existen varias plantas desaladoras de agua de mar que generan residuos con concentraciones de sales entre 60 y 70 ‰. Además, esta agua tiene valores de pH y temperatura diferentes a los del agua de mar y contienen determinadas sustancias químicas utilizadas durante el proceso de desalación (Espino et al., 2008). Este excedente es uno de los principales impactos sobre los seadales del Inglés, aunque no se haya publicado ningún estudio respecto al tema. Para el litoral Mediterráneo sí que hay trabajos (Fernández y Sánchez, 2006), que muestran que *Cymodocea nodosa* es sensible a incrementos de salinidad por encima de 41‰, alcanzándose un 100% de mortalidad a partir de 56‰.

Los emisarios de las Burras, localizados a 5 y 7 metros de profundidad en el espigón que limita la zona estudiada, vierten las salmueras de las plantas Maspalomas II y Maspalomas III con un caudal de 300 y 600 m³/h. En el 2002, las áreas próximas a este vertido muestran como la distribución era en manchones dispersos, pero posiblemente este hecho se deba a la construcción del espigón. En el 2011, las primeras referencias empiezan 800 metros al sur del vertido. Probablemente, las corrientes costeras mezclan las salmueras de ambos emisarios, afectando a la vida marina situada al suroeste de los mismos.

La distribución de las tipologías es muy clara en profundidad, siguiendo el esquema típico de colonización de la especie. Praderas laxas en los fondos someros, densas a unos 5 metros, y apareciendo los seadales mixtos y caulerpales entre los 8 y

10 metros. Igual que en el caso anterior, las cifras parecen variar por el carácter parcheado de los datos de 2002. Aunque para el 2011, el estado del sebadal denso de la parte central, demuestra que las praderas en esta zona gozan de buena salud y son estables en el espacio y en el tiempo. Parece que la afección de los emisarios y los espigones situados al norte no alcanza a las comunidades situadas a más de 400 metros.

El resultado más sorprendente es ver como las comunidades vegetales desaparecen un kilómetro antes de llegar a la Punta de la Bajeta. La explicación a este fenómeno la podemos encontrar en la dinámica sedimentaria del sistema de dunas, ya que esta es una vía de transporte masivo de la arena cuando se producen temporales del SW (MMA, 2007). El crecimiento estacional de la Punta, es indicativo de un área en el que se inhibe el asentamiento de las poblaciones de esta especie, por enterramiento o por una drástica reducción de su actividad fotosintética a causa de la turbidez (Marbá y Terrados, 2004).

7.6 Pasito Blanco y Bahía de Santa Águeda: la desprotección ilógica

Aunque la distancia de 300 metros que separa la costa del inicio de la ZEC marina sólo afecte al 27% de las praderas estudiadas en este tramo, si que reviste importancia por la tipología de estas: en esta franja más somera es dónde encontramos la mayoría de praderas sin presencia de *Caulerpa spp.* Este tramo, sin embargo, no está muy afectado por los impactos que hemos descrito hasta ahora. Los emisarios de la playa de las Mujeres situados frente a Costa Meloneras, están a más de 1.000 metros de distancia de las praderas de 2002 y 2011. Sí que afectó a los sebadales identificados en 1984, ya que toda la pradera somera cercana a la costa ha desaparecido en esta zona.

La reducción del límite costero más somero de la ZEC puede afectar, en todo caso, a los sebadales situados más al norte. Esta desprotección permite construir y ampliar obras costeras, generando con ello impactos que ya hemos visto en el caso de Arinaga, pudiendo terminar con poblaciones enteras. Por eso se tendrá que prestar

mucha atención en los años próximos a la evolución de los seadales en las pequeñas bahías de la costa oeste de Gran Canaria.

En cuanto a la descripción de la zona, a pesar de ser un área muy extensa y sin impactos, el carácter parcheado de las praderas es el que domina. Mientras que *Caulerpa spp.* ha disminuido en profundidad su rango de distribución, el sebadal laxo se mantiene en torno a los 9 metros de profundidad. La aparición de seadales densos en las cercanías de Arguineguín puede mostrar una recuperación del hábitat después del cese de la actividad de acuicultura que antes se daba en la zona (Vergara et al., 2005). Sin embargo, esta recuperación también puede ser debida a otras causas, como puede ser un proceso de regeneración natural de las praderas, tras el catastrófico impacto de varios temporales del SW que han afectado ese tramo costero en años anteriores.

8. Conclusiones, recomendaciones y propuestas de gestión

Los sebaales de *Cymodocea nodosa* en Gran Canaria muestran un estado de conservación claramente regresivo. Aunque, esta afirmación debe ser considerada con ciertas reservas, ya que se han comparado datos de diferentes fuentes y métodos, por lo que los resultados pudieran reflejar incorrectamente, en algunos casos, las transformaciones espacio-temporales reales experimentadas por los sebaales. Por otro lado, también se pone de manifiesto en este trabajo, con el mismo grado de incertidumbre metodológica, antes mencionado, que en la isla de Gran Canaria persisten algunas praderas extensas y continuas de *Cymodocea nodosa* que muestran una buena calidad, como son las de la Punta de la Sal y la playa del Cabrón (en Arinaga), Juncalillo del Sur, San Agustín, playa del Inglés (la más extensa de todas), y las más cercanas a la cementera de Arguineguín, aunque de dimensiones más reducidas.

Las diferencias observadas en la cartografía histórica han impedido realizar un tratamiento de solapamiento entre las diferentes superficies ocupadas a lo largo de los años. Por este motivo se muestran únicamente las diferencias totales de área ocupada entre diferentes años, pero no la evolución de pérdida o ganancia para cada caso y el cambio en la tipología de la pradera. Si la metodología hubiese sido la misma en todos los casos, la comparativa hubiese sido posible y el análisis realizado seguramente sería más preciso y completo.

Estas diferencias entre los distintos estudios están justificadas. Los trabajos ecocartográficos tenían como objetivo muestrear y cartografiar zonas mucho más amplias que las realizadas el presente año, y no únicamente las comunidades de fanerógamas marinas. Por este motivo, se propone para los siguientes estudios de cartografía de sebaales seguir con la metodología utilizada o mejorarla (por ejemplo creando una malla a partir de transectos cruzados). Elegir un tipo de técnica u otra siempre irá en función del binomio coste-efectividad, el tamaño del área de estudio y el grado de precisión que se quiera conseguir. Actualmente hay numerosos trabajos realizados con técnicas diversas. Desde mediados de los años 90 se utilizan sonares de barrido lateral (Barsanti et al., 2007), originando problemas de confusión con otras especies o distintos fondos, como sucede en las imágenes aéreas. Así, se tienen que verificar los datos mediante submarinistas, lo que supone un aumento en el

presupuesto del proyecto, debido al gasto en personal, aunque por otro lado se ahorran horas de trabajo en la embarcación y combustible. Los estudios más avanzados hoy en día se realizan mediante la técnica de telemetría acústica (Descamp et al., 2010). Se trata de un sistema de posicionamiento acuático, muy similar al que utilizan los topógrafos, con errores del orden de centímetros para una distancia de 40 metros. De esta forma se consiguen mapas de gran precisión, mediante un método no destructivo, siendo realmente útiles en zonas muy parcheadas y en las áreas limítrofes. El coste económico del material limita mucho esta técnica, aunque sólo se necesitan dos buceadores para llevarla a cabo.

Además de analizar la superficie ocupada en la actualidad por *Cymodocea nodosa* en Gran Canaria y el análisis de su evolución espacio-temporal, otro de los objetivos del trabajo era cartografiar su hábitat potencial. La base de datos del *Estudio Ecocartográfico de la zona sur de Gran Canaria* (MMA, 2002), dispone de amplia información sobre los sedimentos de la zona estudiada. Así, se incorporaron los datos relacionados con los requerimientos ecológicos de la especie (materia orgánica disuelta, potencial REDOX, nitrógeno disuelto, fósforo disuelto) en el SIG del estudio, para valorar la información juntamente con datos de exposición al oleaje (Chiri, 2011) y profundidad (MMA, 2002). Esta información se tenía que comparar con datos para *Cymodocea nodosa* en las islas Canarias, pero lamentablemente no existen. Se valoró con datos para el Mediterráneo, concretamente en la Bahía dels Alfacs, en el Delta del Ebro (Pedersen et al., 1997) pero, no coincidió ningún valor óptimo del crecimiento de la especie para Canarias. Eso es debido a las diferencias entre el origen terrestre del sustrato en el Delta del Ebro, y supuestamente, a las diferencias en la adquisición de los nutrientes de las plantas en ambas zonas.

No obstante lo anterior, se puede concluir, a la vista de los resultados de este estudio, al menos de forma provisional, que las transformaciones experimentadas en la costa suponen impactos ambientales para las poblaciones de *Cymodocea nodosa*, a las que perjudican claramente. Así, **se puede relacionar negativamente el crecimiento urbanístico residencial (y todo lo que ello conlleva, en forma de vertidos y la mala gestión de los recursos costeros), con las praderas situadas en la mitad nororiental de la isla.** De igual forma, el auge del turismo de masas aumenta el volumen de los

vertidos y la mala calidad de las aguas costeras en el sur de Gran Canaria. Así, aunque en la zona central de playa del Inglés encontremos las praderas más saludables y extensas de la isla, unos centenares de metros hacia el norte, dónde se deja notar el efecto de los residuos de salmuera y los vertidos, la regresión de las praderas ha sido notable, llegando a la desaparición de la mayoría de ellas. En el caso de San Agustín y Bahía Feliz el cambio espacial no ha sido tan acusado, pero del aumento de *Caulerpa spp.* en esta zona, se deduce la afección que suponen los emisarios y las obras costeras.

Los emisarios submarinos, mal que nos pese, son necesarios como parte del tratamiento de los residuos que generamos. El problema radica en la calidad de los tratamientos realizados antes de verter las aguas al mar, ya que muchas veces las plantas depuradoras no pueden tratar el volumen total de residuos producidos por la población. Asimismo, según la información obtenida por el servidor de GRAFCAN (Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias), la mayoría de estos vertidos no están autorizados.

Una adecuación de las plantas desalinizadoras y las EDAR al tamaño real de la población (pronosticando aumentos puntuales por el turismo) y una buena gestión de los vertidos que se realizan al mar por parte de la administración, minimizaría el impacto que sufren los fondos submarinos y la fauna y vegetación asociada.

Las variaciones más notables en la superficie ocupada por *Cymodocea nodosa* y que puede tener más repercusiones sociales, es el observado en la bahía de Arinaga, sobre todo ligado al Puerto de Arinaga. Parece extraño juntar sociedad con fanerógamas marinas, pero después del cambio de categoría de la especie por parte del Gobierno de Canarias en el nuevo catálogo de especies amenazadas (Ley 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas), la polémica está servida. **Con la construcción del puerto de Arinaga en 2003**, el cual está prácticamente en desuso, **las diferencias de superficie ocupada son evidentes. La pérdida de biodiversidad también.** Por este motivo, la protección de la especie está más que justificada, y la regresión que se produce como consecuencia de la construcción de infraestructuras costeras es muy clara. Con toda esta información y la que aportan otros estudios realizados, hay evidencias más que suficientes para no destruir uno de

los seadales más grandes del archipiélago canario como es el de Granadilla de Abona, en la isla de Tenerife.

Para terminar con el trabajo, sería interesante poner en marcha planes de seguimiento más continuos en el tiempo. Desde el estudio de seguimiento realizado en 2003 (Espino et al., 2003), han pasado 8 años de importantes cambios a nivel costero en Gran Canaria. Por este motivo, sería **necesario crear un plan de seguimiento y monitorización de la especie, actualizando las cartografías cada 5 años, o promoviendo redes de voluntarios que colaboren en las tareas de reconocimiento de las praderas**, como se hace en determinadas zonas del Mediterráneo (Baleares, Catalunya, Comunitat Valenciana, etc...). Grupos de buceadores amateurs (de forma parecida a como se ha hecho en el programa de erradicación del erizo diadema), pueden notificar mediante las observaciones que realizan en sus inmersiones los cambios que sufren las praderas en el tiempo. Con este tipo de iniciativas, se podría fomentar también un uso responsable de la pesca (tanto recreativa como profesional), la regulación de los fondeos en las bahías, y un buceo respetuoso con el entorno. Asimismo, también se contribuiría al acercamiento de la sociedad al mar y a su problemática.

9. Bibliografía

Afonso-Carrillo, J. y Gil-Rodríguez M. C., 1980. *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson (Zannichelliaceae) y las praderas submarinas o seabadales en el Archipiélago Canario. *Vieraea*, 8: 365-376.

Aguilera, F., Brito A., Castilla C., Díaz A., Fernández-Palacios J.M., Rodríguez A., Sabaté F. y Sánchez J., 1994. *Canarias. Economía, Ecología y Medio Ambiente*. Francisco Lemus Editor. La Laguna. 361 pp.

Alberto, F., Arnaud-Haond S., Duarte C.M. y Serrao, E.A., 2006. Genetic diversity of a clonal angiosperm near its range limit: The case of *Cymodocea nodosa* at the Canary Islands. *Marine Ecology Progress Series*, 309: 117-129.

Balaguer P., Diedrich A., Sardá R., Fuster M., Cañellas B., Tintoré J., 2011. Spatial analysis of recreational boating as a first key step for marine spatial planning in Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Ocean & Coastal Management* 54 (2011) 241-249.

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

Barquín, J. y González G., 2003. Un método de estudio de bionomía bentónica utilizado en las costas canarias para fondos poco profundos. *Vieraea*, 31: 219-231.

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

Barsanti, M., Delbono, I., Ferretti, O., Peirano, A., Bianchi C.N. y Morri C., 2007. Measuring change of Mediterranean coastal biodiversity: diachronic mapping of the meadow of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in the Gulf of Tigullio (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Hydrobiologia*, 580: 35-41.

Blanch I., E. Dattolo, G. Procaccini & R. J. Haroun, 2006. Preliminary analysis of the influence of geographic distribution and depth on the genetic structure of *Cymodocea nodosa* meadows in the Canary islands. *Biologia Marina Mediterranea*, 13 (4): 19-23.

Bortone, S. A., 2000. *Seagrasses: Monitoring, Ecology, Physiology and Management*. CRC Press. Boca Ratón, Florida. 318 pp.

- Bosque, J., 2000. *Sistemas de información Geográfica*. Ed. Rialp. Madrid. 345 pp.
- Burrough, A. y Mcdonnell, R. A. 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press. 299 pp.
- Cancemi, G., Buia M.C., y Mazzella L., 2002. Structure and growth dynamics of *Cymodocea nodosa* meadows. *Scientia Marina*, 66 (4): 365-373.
- Chiri, H., 2011. Evaluación del potencial energético del oleaje en Canarias. Variaciones espacio-temporales. Proyecto final de máster. ULPGC. 78 pp.
- Descamp P., Holon F., Ballesta L., Guilbert A., Guillot M., Boissery P., Raimondino V., Deter J., 2011. Fast and easy method for seagrass monitoring: Application of acoustic telemetry to precision mapping of *Posidonia oceanica* beds. *Marine Pollution Bulletin* 62, 284–292.
- Duarte, C. M. y Chiscano C. L., 1999. Seagrass biomass and production: a reassessment. *Aquatic Botany*, 65: 159–174.
- Duarte, C. M. y Gattuso J.P., 2008. *Seagrass meadows*. En: *Encyclopedia of Earth*. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment).
- ELitoral, 2010. *Caracterización del área marina El Cabrón, para su propuesta como Zona de Acondicionamiento Marino (ZAM)*. Proyecto GESMAR (MAC/2C068), Las Palmas de Gran Canaria, 134 pp.
- Espino, F., M. Garrido, R. Herrera & O. Tavío, 2003. *Seguimiento de Poblaciones de Especies Amenazadas. Cymodocea nodosa, Gran Canaria*. Informe Técnico de la Viceconsejería de Medio Ambiente, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias. No publicado.
- Espino, F., 2004, Una metodología para el estudio de las fanerógamas marinas en Canarias. *Revista de la Academia Canarias de Ciencias*, XV(3-4), 237-256.
- Espino, F., Tuya, F., Blanch, I., Haroun, R.J., 2008. *Los sebadales de Canarias. Oasis de vida en los fondos arenosos*, BIOGES, Universidad de Las palmas de Gran Canaria, 68 pp.

Espino, F., Tuya F., Brito A., Haroun R.J., 2011, Ichthyofauna associated with *Cymodocea nodosa* meadows in the Canarian Archipelago (central eastern Atlantic): Community structure and nursery Role. *Ciencias Marinas*, 37(2), 157–174.

Felícísimo, A. M., 1994. *Modelos Digitales del Terreno*. Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales. Ed. Pentalfa. Oviedo. 118 pp.

Fernández, Y. y Sánchez J.L., 2006. Effects of salinity on growth and survival of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson and *Zostera noltii* Hornemann. *Biologia Marina Mediterranea*, 13 (4): 46-47.

Guidetti P., Lorenti M., Buia M.C. y Mazella L., 2002. Temporal dynamics and biomass partitioning in three Adriatic seagrass species: *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*. *P.S.Z.N.: Mar. Ecol.*, 23 (1), 51-67.

Haroun, R., Wildpret W. de la Torre y Gil-Rodríguez M.C., 2003. *Plantas Marinas de las islas Canarias*. Editorial Canseco. 320 pp.

Hemminga, M. A. y Duarte C.M., 2000. *Seagrass Ecology*. Cambridge University Press. 298 pp.

IUCN, 2007. *Guide for the Sustainable Development of Mediterranean Aquaculture. Interaction between Aquaculture and the Environment*. Gland, Switzerland and Malaga, Spain. 107 pp.

Luque, Á. A. y Templado, J. (Coords.), 2004, *Praderas y Bosques Marinos de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 pp.

Marbá, N. y Terrados J., 2004. Distribución y requerimientos ecológicos. En: Luque, Á. A. y Templado, J. (Coords.). *Praderas y Bosques Marinos de Andalucía*, pp. 133-134. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 pp.

Martín-García, L., Sangil C., Concepción L., Fernández R., Barquín J., 2009. Aspectos de la topografía submarina de la isla de la Palma y su influencia sobre la biodiversidad marina. *Revista de Estudios Generales de la Isla de La Palma*, Núm.4. 209-221.

Mascaró O., Oliva S., Pérez M., Romero J., 2009. Spatial variability in ecological attributes of the seagrass *Cymodocea nodosa*. *Botanica Marina* 52:5, 429

Medina Falcón, L., Álvarez, S., Luque A., Tuya Cortés, F., Martín García J.A., Castro-Hernández, J., 2000, *Parámetros ambientales del área de la futura Reserva Marina de Gando-Arinaga, Gran Canaria*, Publicaciones Especiales del IEO, Las Palmas de Gran Canaria.

Milazzo, M., Chemello R., Badalamenti F., Camanda R., Riggio S., 2002. The impact of Human Recreational Activities in MPA: what lessons should be learnt in the Mediterranean Sea? *PSZN: Marine Ecology*, 23. Supplement, 280-290.

MMA, 2002. *Estudio ecocartográfico del litoral de la zona sur de la isla de Gran Canaria (Las Palmas)*, Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría de Estado de Aguas y Costas, Dirección General de Costas.

MMA, 2006. *Estudio ecocartográfico del litoral de la zona norte de la isla de Gran Canaria*, Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría de Estado de Aguas y Costas, Dirección General de Costas.

MMA, 2007. *Estudio Integral de las Dunas de Maspalomas*. Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría de Estado de Aguas y Costas, Dirección General de Costas.

MMA, 2008. *Estudio Integral de la Playa de las Canteras*. Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría de Estado de Aguas y Costas, Dirección General de Costas.

Pavón-Salas, N., M. Garrido & R. Haroun, 1998. Distribution and structure of seagrass meadows in Las Canteras Beach, Las Palmas, Canary Islands (Spain). *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 50 (289): 107-115.

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

Pedersen, M.F., Duarte, C.M., Cebrián, J., 1997. Rates of changes in organic matter and nutrient stocks during seagrass *Cymodocea nodosa* colonization and stand development. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol 159: 29-36.

Peña, J., 2009. *Sistemas de información Geográfica aplicados a la gestión del territorio*. Editorial Club Universitario (Universidad de Alicante). 310 pp.

Pérez, M. y Romero, J., 1994, Growth dynamics, production and nutrient status of the seagrass *Cymodocea nodosa* in a Mediterranean semi-estuarine environment. *P.S.Z.N.I.: Mar.Ecol.*, v. 15, p. 51-64.

Reyes, J., Sansón, M. y Afonso-Carrillo, J., 1995, Distribution and reproductive phenology of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in the Canary Islands. *Aquatic Botany*, 50: 171-180.

Roig-Munar, F.X., 2011. *Aplicació de criteris geomorfològics en la gestió dels sistemes litorals arenosos de les illes Balears*. Tesis doctoral. UIB, 414 pp.

Ruiz, J.M., Romero, J., 2001, Effects of in-situ experimental shading on the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanic*, *Marine Ecology Progress Series* 215, 107-120.

Sánchez, J. L., 2004, Impactos sobre *Cymodocea nodosa*. En: Luque, Á. A. y Templado J. (Coords.). *Praderas y Bosques Marinos de Andalucía*, pp. 153-156. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 pp.

Tuya, F., Martín J.A. y Luque A., 2002. Impact of a marina construction on a seagrass bed at Lanzarote (Canary Islands). *Journal of Coastal Conservation*, 8: 157-162.

Tuya, F., Pérez J., Medina L. y Luque A., 2001. Variaciones estacionales de la macrofauna de tres praderas marinas de *Cymodocea nodosa* en Gran Canaria (Centro-Este del Océano Atlántico). *Ciencias Marinas*, 27 (2): 223-234.

Tuya, F., Martín J.A. y Luque A., 2006. Seasonal cycle of a *Cymodocea nodosa* seagrass meadow and of the associated ichthyofauna at Playa Dorada (Lanzarote, Canary Islands, eastern Atlantic). *Ciencias Marinas*, 32 (4):695-704.

Vergara, J. M., R. Haroun, M. N. González, L. Molina, M. O. Briz, A. Boyra, L. Gutiérrez, y A. Ballesta, 2005. *Evaluación de Impacto Ambiental de Acuicultura en Jaulas en Canarias*. (Eds. Vergara Martín, J. M., Haroun Tabraue, R. y González Henríquez, N.) Oceanográfica, Telde. 110 pp.

Wildpret, W., Gil-Rodríguez M.C. y Afonso-Carrillo J., 1987. *Cartografía de los campos de algas y praderas de fanerógamas marinas del piso infralitoral del archipiélago canario*. Consejería de Agricultura y Pesca del Gobierno de Canarias. No publicado.

Wright, D. y Bartlett D., 2000. *Marine and Coastal Geographical Information Systems*. Taylor & Francis. London. 315 pp.

Zarranz, M., González, N., García, P., Robaina, R., 2010. Restoration of *Cymodocea nodosa* seagrass meadows through sed propagation: germination in vitro, seedling cultura and field transplants. *Botanica Marina*, 53 (2): 173-181.

