

## Sección III

Evaluación de los tipos operativos de ecosistemas

## Capítulo 14

### Marinos



IMEDEA (CSIC-UIB), Departamento de Investigación del Cambio Global

Autores: Carlos M. Duarte, Inma Ferriz Murillo y Laura Royo Marí



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	14
2. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO MARINO.....	15
2.1. MEDITERRÁNEO ESPAÑOL ORIENTAL .....	15
2.2. ATLÁNTICO SUR – ESTRECHO DE GIBRALTAR– MEDITERRÁNEO ESPAÑOL OCCIDENTAL .....	16
2.3. ATLÁNTICO NE Y CANTÁBRICO .....	17
2.4. ATLÁNTICO CANARIO.....	17
3. ESTADO DE CONSERVACIÓN GENERAL .....	27
4. SERVICIOS SUMINISTRADOS. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y FUENTE DE DATOS.....	35
5. CONDICIONES Y TENDENCIAS DE LOS SERVICIOS EVALUADOS.....	45
5.1. SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO .....	45
5.1.1. Alimentación.....	45
5.1.2. Agua dulce.....	60
5.1.3. Materias primas de origen biológico .....	62
5.1.4. Materias primas de origen geótico.....	64
5.1.5. Energías renovables .....	66
5.1.6. Acervo genético .....	71
5.1.7. Medicinas naturales y principios activos .....	72
5.1.8. Transporte marítimo.....	74
5.2. SERVICIOS DE REGULACIÓN .....	77
5.2.1. Regulación climática .....	78
5.2.2. Regulación de la calidad del aire .....	81
5.2.3. Regulación hídrica.....	82
5.2.4. Regulación de calidad del agua .....	82
5.2.5. Regulación morfosedimentaria.....	85
5.2.6. Fertilidad del medio.....	89
5.2.7. Amortiguación de perturbaciones.....	90
5.2.8. Control Biológico .....	91
5.3. SERVICIOS CULTURALES .....	96
5.3.1. Conocimiento científico-técnico.....	96
5.3.2. Conocimiento ecológico tradicional .....	97
5.3.3. Identidad cultural y sentido de pertenencia .....	100
5.3.4. Paisaje y disfrute estético.....	106
5.3.5. Disfrute espiritual y religioso.....	108
5.3.6. Actividades recreativas y ecoturismo .....	109
5.3.7. Educación Ambiental.....	116
5.4. TENDENCIAS GENERALES.....	119

6. IMPULSORES DIRECTOS DEL CAMBIO .....	121
6.1. CAMBIOS DE USO DEL MEDIO .....	123
6.2. CAMBIO CLIMÁTICO .....	125
6.3. INSUMOS EXTERNOS .....	129
6.4. ESPECIES INVASORAS.....	132
6.5. SOBREEXPLOTACIÓN .....	133
6.6. CAMBIOS EN LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS.....	135
7. ANÁLISIS DE COMPROMISOS ( <i>TRADE-OFFS</i> ) Y SINERGIAS .....	140
8. RESPUESTAS E INTERVENCIONES DE GESTIÓN .....	143
9. LA CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y EL BIENESTAR HUMANO.....	153
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	155

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 14.1. Marco legal estatal y comunitario aplicable en España. ....	26
Tabla 14.2. Rasgos más importantes de los ecosistemas marinos y límites para su cartografía. ....	27
Tabla 14.3. Datos científicos disponibles acerca de la degradación de ecosistemas, especies y poblaciones de los ecosistemas marinos. ....	28
Tabla 14.4. Marco legal (Directivas, convenios y acuerdos internacionales) para la conservación y protección de especies y ecosistemas marinos. ....	31
Tabla 14.5. Superficie bajo algún tipo de convenio, acuerdo o protección. ....	32
Tabla 14.6. Ejemplos de los servicios más importantes, agrupados por tipos, que generan los ecosistemas marinos españoles para la sociedad. ....	35
Tabla 14.7. Indicadores y datos utilizados para la evaluación de los servicios. ....	40
Tabla 14.8. Condición de los stocks españoles por zonas FAO.....	46
Tabla 14.9. Cuenta de resultados directos de gestión y actividad de la Pesca Marítima en el 2006 (Millones de Euros) .....	49
Tabla 14.10. Características de las cuatro regiones de los caladeros nacionales (MARM, 2009).....	50
Tabla 14.11. Grado de participación de los distintos orígenes en el abastecimiento de las materias primas para la industria de la transformación. (Libro blanco de la pesca, 2009). ....	52
Tabla 14.12. Peso de las capturas de la pesca recreativa en el Mediterráneo español (Catalunya, Illes Balears, C. Valenciana, Murcia y Andalucía) (Tragsatec, 2004). ....	59
Tabla 14.13. Porcentaje de pescadores que cazan cierta especie objetivo (Tragsatec, 2004). ....	60
Tabla 14.14. Objetivos del Plan de Acción Nacional en materia de Energías Renovables (PANER), para la generación de energía para el sector eólico.....	69
Tabla 14.15. Tabla de las patentes españolas relacionadas con macroalgas. ....	72
Tabla 14.16. En términos generales España el transporte mayoritario, en peso, es el marítimo, seguido del de carretera y, de lejos, el ferroviario y el aéreo (Duarte, 2006). ....	75
Tabla 14.17. Movimiento de pasajeros de cruceros, los puertos con mayor tráfico son Barcelona y Palma de Mallorca (Anuario Estadístico, 2009). ....	77
Tabla 14.18. Ingesta de metales pesados en algunas provincias españolas.....	84
Tabla 14.19. Porcentaje de pescadores que utilizan diferentes artes de pesca recreativa (Tragsatec, 2004). ....	99
Tabla 14.20. Número total de trabajadores totales y del Régimen Especial del Mar, afiliados a la Seguridad Social y en alta laboral (miles de afiliados) (Ministerio de Trabajo e Inmigración, 2010). ....	103
Tabla 14.21. Número de visitantes a los Parques Nacionales de España (MARM, 2011). ....	116
Tabla 14.22. Tendencia del estado de los servicios agrupados por servicios tradicionales/rurales y los tecnificados. ....	119
Tabla 14.23. Tendencia de la situación del servicio en los últimos 50 años.....	120
Tabla 14.24. Intensidad y tendencia de los principales impulsores directos de cambio en los ecosistemas marinos en España, en los últimos 50 años.....	121
Tabla 14.25. Conflictos entre servicios que requieren soluciones de compromiso.....	140
Tabla 14.26. Algunos temas prioritarios que deben ser tenidos en cuenta para encaminar la gestión sostenible de los ecosistemas marinos. ....	150

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 14.1. Corte transversal de la región del Estrecho de Gibraltar (Promar, 2009) .....	16
Figura 14.2. Los ecosistemas marinos bajo jurisdicción española (zona en azul) (Campillos y Prieto, 2011)..	19
Figura 14.3. Modelo de sección del ecosistema marino (PROMAR, 2004).....	20
Figura 14.4. Las interacciones relacionadas con hábitos alimentarios se describen en la red trófica marina (Enciclopedia Británica, 2006).....	21
Figura 14.5. El ciclo de la producción marina.....	22
Figura 14.6. Diferentes tipos de servicios que generan los ecosistemas marinos de praderas de posidonia (Elaboración propia). En color azul los servicios de abastecimiento, en verde los de regulación y en amarillo los culturales.....	23
Figura 14.7. Compartimentación de las zonas marinas (CONVEMAR). ....	25
Figura 14.8. Esquema de la propuesta de ampliación de la ZEE española a 350 millas. ....	25
Figura 14.9. Mapa de las presiones (izquierda) e impactos (derecha) en las masas de agua costeras definidas por la Directiva Marco de Agua.. ....	30
Figura 14.10. Evolución de la superficie de áreas bajo alguna figura de protección en España, que inició un ascenso rápido en los años 70 (WWF/Adena, 2005).. ....	33
Figura 14.11. Mapa de la distribución de las zonas marinas bajo alguna figura de protección en España (Perfil Ambiental España, 2009). ....	33
Figura 14.12. Representatividad de las especies marinas del anexo en los convenios de protección. (Oceana, 2009).....	34
Figura 14.13. Capturas de pescado (miles t) extraídas por la flota pesquera española durante los años 1995-2007 (Eurostat).. ....	47
Figura 14.14. Capturas de la flota española (t) totales y en aguas adyacentes al territorio español (Eurostat). I.47	
Figura 14.15. El nivel trófico medio de la capturas para las regiones Mediterránea y el Atlántico NE, establecidas por la FAO, ha disminuido en los último 50 años, especialmente en el Atlántico NE. (Pauly <i>et al.</i> 2000).....	48
Figura 14.16. La población reproductora de atún rojo del Atlántico oriental se ha reducido a la mitad en 5 años y se podrían extinguir virtualmente en 2012.....	48
Figura 14.17. El número de buques, el arqueo y la potencia (MARM, 2009).....	51
Figura 14.18. Localización de las Reservas Marinas de Pesca (RMP).....	53
Figura 14.20. Desde el año 1996 al 2001, la producción de almeja fina (miles de toneladas) fina en Galicia (Santasmarias, 2006).....	55
Figura 14.21. La evolución del precio de la almeja fina, babosa y japonesa entre los años 1994 y 2001 en Galicia ha registrado un importante incremento, de hasta el 100% (Santasmarias, 2006). ....	55
Figura 14.22. La producción total acuícola española, se sitúa desde finales de los años 90 (FAO, 2010). ...	56
Figura 14.23. Evolución de las producciones y tasa de variación interanual de los pescados marinos de crianza mayoritaria en España (1984-2009 y previsión para 2010) (APROMAR, 2009). ....	56
Figura 14.24. Producción acuícola distribuida por las costa española en el año 2007 (JACUMAR, 2009). .	57
Figura 14.25. Capacidad instalada de desalación operativa en 2010 por CCAA. Las Comunidades Autónomas que más agua desalada produjeron fueron Canarias, Cataluña, Andalucía y Murcia (Perfil ambiental 2010).....	61
Figura 14.27. Evolución (del 1996-2006) del consumo de agua por habitante y día; la media en España es de 160 L por habitante y día (Estadísticas e indicadores del agua, INE, 2006). ....	62
Figura 14.28. Evolución de la extracción de crudo de las plataformas de Tarragona y Bizkaia del año 1998 al 2002 (Estadística de Prospección y Producción de Hidrocarburos).....	63

Figura 14.29. Mapa de posición de los sondeos, permisos y concesiones de hidrocarburos del 2011 (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2011).	64
Figura 14.30. Extracción de sal marina en España en el período 1995-2007 (INE).	65
Figura 14.31. Extracción de arenas ( $m^3$ ) de placeres marinos en el área marítima española de OSPAR en el periodo 1990-2007.	66
Figura 14.32. Mapa de las zonas de mayor recurso eólico ( $V > 6$ m/s a 80 m de altura).	67
Figura 14.33. Mapa de la potencia (MW) generada por Comunidad Autónoma.	68
Figura 14.34. Evolución anual de la potencia eólica acumulada en España (1999-2009) (	68
Figura 14.35. Zonificación ambiental las áreas de interés en función de la intensidad de las brisas, evitando las zonas pesqueras, las áreas marinas protegidas, zonas de paso, etc.	69
Figura 14.36. Número de especies marinas -diferenciadas por grupos taxonómicos- mundiales sujetas a diferentes usos.	71
Figura 14.37. Principales rutas comerciales del mundo	75
Figura 14.38. Evolución del tráfico portuario español del año 1950 al 2001 en millones de toneladas.	75
Figura 14.39. La evolución del tráfico marítimo de pasajeros en España en miles de pasajeros	76
Figura 14.40. Índice de evolución de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en España, en kilotoneladas de $CO_2$ equivalente	79
Figura 14.41. Ciclo simplificado del carbono en el mar.	80
Figura 14.42. Toneladas totales vertidas al agua, industriales y de suministro y tratamiento del año 2000 al 2006.	83
Figura 14.43. Grado de conformidad de con la Directiva Europea relativa al tratamiento de las aguas residuales urbana.	83
Figura 14.44. Evolución de la calificación de los puntos de muestreo en España del 1990 al 2009.	85
Figura 14.45. Esquema de los procesos más influyentes en el balance sedimentario marino-litoral	85
Figura 14.46. Mapa de la exposición de las regiones litorales de España frente la erosión.	86
Figura 14.47. Mapa de las ecorregiones mediterráneas en el litoral español y distribución aproximada del hábitat Praderas de <i>P. oceanica</i> . (Díaz Almela y Marbà, 2009).	88
Figura 14.48. Detalles de las praderas de posidonia entre las islas de Ibiza y Formentera.	89
Figura 14.49. Mapa de las localizaciones confirmadas de distribución de <i>M. squamiger</i> . A la derecha arriba, detalle de tres individuos. A la derecha abajo, agregados en la costa de Cubelles.	93
Figura 14.50. Mapa de la densidad de población en España en 2010.	107
Figura 14.51. Número de puertos o dársenas para uso deportivo y recreativo.	110
Figura 14.52. Serie temporal (1965-2007) del número de amarres en del parque náutico español (del 2001 al 2006 también especificado el parque náutico balear).	111
Figura 14.53. El crecimiento del turismo internacional ha sido espectacular en el último medio siglo.	113
Figura 14.54. Turistas por kilómetro de costa en cada Comunidad Autónoma (IET/INE, 2010).	114
Figura 14.55. Impulsores directos, alcance e intensidad mundial: el área afectada ( $km^2$ , barras grises) y la suma de la intensidad de los impactos (unidades reescaladas, barras negras) para cada impulsor antropogénico	123
Figura 14.56. La emisión global de gases de efecto invernadero en España (en kilotoneladas de $CO_2$ equivalente).	126
Figura 14.57. Variación media anual de las temperaturas de la superficie del mar entre 1870 y 2010	126
Figura 14.58. Tendencias lineales para el nivel del mar forzado atmosféricamente (efecto de la presión atmosférica y el viento). A) Para el periodo 1958-2001( $cm/año$ ) y B) para el periodo 1993-2001 ( $mm/año$ ).	128
Figura 14.59. Variación (desviación de la media) del pH en las Canarias del año 1980 hasta el 2010	129

Figura 14.60. Serie histórica de los accidentes de buques petroleros cuyo vertido de hidrocarburos supere las 7 tn .....	131
Figura 14.61. Número de accidentes de buques petroleros en las costas españolas por zonas de salvamento marítimo, 1991-2007 .....	131
Figura 14.62. Diagrama de la alteración de las comunidades objeto de pesca .....	134
Figura 14.63. Los procesos de hipoxia .....	136
Figura 14.64. Mapa de las “zonas muertas” estudiadas y la huella humana en el Norte de África y Sur de Europa .....	137
Figura 14.65. Diagrama de las posibles causas del aumento de agregados de medusas y sus impactos en los diferentes servicios .....	139
Figura 14.66. Esquema de los impactos de la acuicultura .....	142
Figura 14.67. Análisis DAFO del sector de la pesca extractiva en España .....	147
Figura 14.68. Beneficios de la pesca artesanal para los ecosistemas marinos. ....	148
Figura 14.69. Propuesta de protección de áreas marinas para España de WWF/Adena .....	149
Figura 14.70. Síntesis de las relaciones ecosistemas marinos, servicios y bienestar humano. ....	154

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 14.1. Típica costa baja del litoral Mediterráneo (María Sánchez) .....	16
Imagen 14.2. Islas Cíes, Galicia (Paloma Carrillo de Albornoz) .....	17
Imagen 14.3. Roques de Anaga, Norte de Tenerife (Pedro González del Campo) .....	18
Imagen 14.4. Puestos de pescado en el mercado de la Boquería de Barcelona (Manel Royo) .....	46
Imagen 14.5. Pescador armando el arte de palangre (Noelia Cuervo) .....	51
Imagen 14.6. La coquina es uno de los alimentos de origen marino que proporciona el servicio de abastecimiento de alimento de los ecosistemas marinos a través de la actividad del marisqueo (Manel Royo) .....	54
Imagen 14.7. Atunes de granja listos para su comercialización (Noelia Cuervo) .....	58
Imagen 14.8. Montaña de sal en Es Salobrar de Campos, Mallorca (Manel Royo) .....	65
Imagen 14.9. Olas en el litoral de Asturias (Manel Royo) .....	70
Imagen 14.10. Salazón de sardinas (Manel Royo) .....	74
Imagen 14.11. Embarcación de transporte de contenedores en el Puerto de Santa María, Cádiz (Laura Royo) .....	76
Imagen 14.12. Grandes cruceros atracados en el puerto de Barcelona (Manel Royo) .....	77
Imagen 14.13. Formación nubosa encima del mar (Inma Ferriz) .....	81
Imagen 14.14. Cudillero, Asturias. (Paloma Carrillo de Albornoz) .....	82
Imagen 14.15. Es Comú de Muro, Mallorca (Ma Àngels Ferragut) .....	91
Imagen 14.16. <i>Caulerpa racemosa</i> y <i>Posidonia oceanica</i> en Ibiza, julio 2010 (Laura Royo) .....	94
Imagen 14.17. <i>Lophocladia lallemandi</i> (Manel Royo) .....	95
Imagen 14.18. Termosalinómetro en un buque oceanográfico (Maria Calleja) .....	97
Imagen 14.19. Embarcaciones de pesca artesanal en Portocolom, Mallorca (Federico Cardona) .....	98
Imagen 14.20. Conocimiento ecológico tradicional (Manel Royo) .....	100
Imagen 14.21. Habitantes de un puerto pescador en Asturias (Manel Royo) .....	100



Imagen 14.22. Pescadores faenando en un buque palangrero en Galicia (Lorena Cariño). .....	101
Imagen 14.23. Cantada de habaneras en Calella de Palafrugell, Catalunya (Eva Guitart). .....	105
Imagen 14.24. Faro de Columbrete al atardecer (Inma Ferriz). .....	106
Imagen 14.25. Ejemplo del concepto de “balearización”, <i>Platja de’n Bossa</i> , Ibiza (Manel Royo). .....	107
Imagen 14.26. Práctica de yoga en la playa (María Calleja). .....	109
Imagen 14.27. Embarcaciones deportivas amarradas en <i>Port de Sóller</i> , Mallorca (Federico Cardona). .....	111
Imagen 14.28. Grupo de submarinistas saliendo del centro de buceo (Laura Royo). .....	112
Imagen 14.29. Pescador deportivo con arpón (Manel Royo). .....	113
Imágenes 14.30 y 14.31. Fotógrafos en un avistamiento de cetáceos y aves marinas (Lupe Suárez) y fotógrafo submarino (Laura Royo), respectivamente. ....	114
Imagen 14.32. Avistamiento de cetáceos desde una embarcación en una salida naturalística (Lupe Suárez). .....	115
Imagen 14.33. Esqueleto de ballena en las Islas Canarias (Juan José Ramos). .....	117
Imagen 14.34. <i>Aquarium</i> de A Coruña (Manel Royo). .....	118
Imagen 14.35. Golondrinas en el puerto de Ciutadella (Menorca) (Laura Royo). .....	124
Imagen 14.36. Contaminación de origen antropogénico (Manel Royo). .....	130
Imagen 14.37. <i>Caulerpa racemosa</i> en el litoral de Baleares (Laura Royo). .....	133
Imagen 14.38. Captura con arte de cerco (Noelia Cuervo). .....	135
Imagen 14.39. <i>Cotylorhiza tuberculata</i> solitaria (Laura Royo). .....	138
Imagen 14.40. Etiquetaje normativo en una dorada de granja (Manel Royo). .....	145



## MENSAJES CLAVE

El mar es uno de los ecosistemas más productivos del planeta, como fuente de servicios, para el bienestar humano, tanto en la actualidad como en un futuro, dado que sólo usamos parte de su potencialidad. Los ecosistemas marinos nos proporcionan servicios de abastecimiento esenciales como alimento y agua dulce; de regulación fundamentales para nuestra calidad de vida como la regulación de la dinámica de nuestras playas o la regulación del clima; y culturales, muy necesarios para la sociedad, como las actividades recreativas y el paisaje en la que se desenvuelve la vida humana. El fin de la capacidad de los continentes para proporcionar servicios a la creciente población, pone a los ecosistemas marinos en el punto de mira. El desarrollo de la acuicultura, la energía eólica, la biotecnología y las actividades recreativas relacionadas con el turismo -hoy en día un 10,3% del PIB español (INE y Exceltur, 2010)-, van a ser claves para el desarrollo del bienestar humano. (*muy cierto*)

El 40% (11 de 27) de los servicios evaluados se están degradando o están siendo utilizados de manera insostenible en los últimos 50 años en España. Los más afectados son los servicios de abastecimiento de alimento (pesca profesional y marisqueo) y de regulación (especialmente de la regulación morfosedimentaria y de la calidad del agua). Los culturales de tipo tradicional también han empeorado notablemente (conocimiento tradicional e identidad cultural y sentido de pertenencia). La mejora de algunos de los servicios atiende al desarrollo tecnificado y la terciarización de los servicios, muy ligados ambos al desarrollo de las sociedades urbanas. (*certeza alta*)

En los últimos 50 años se han alterado o degradado las funciones de los ecosistemas marinos españoles más que en cualquier otro periodo de tiempo. Globalmente, los ecosistemas del litoral sumergido desaparecen a un ritmo entre 4 y 20 veces superior al de los bosques tropicales (cuya tasa de pérdida es de 0,5% por año) (Duarte, 2006). Los impactos derivados del uso humano han generado una pérdida considerable de ecosistemas y, por tanto, de biodiversidad marina y una disminución consecuente de la capacidad de estos ecosistemas de seguir generando de manera sostenible servicios para el bienestar humano. Los tipos de ecosistemas marinos que se encuentran en una situación más crítica son las praderas de angiospermas, el ecosistema coralino de media profundidad (> 30m), los corales de profundidad y las grandes calas y bahías poco profundas. (*muy cierto*)

Existe una inercia a considerar al mar como una fuente inagotable de servicios y un sumidero de residuos de carácter ilimitado, por lo que no es de extrañar que se haya incrementado el uso del 80% de los servicios evaluados en los últimos 50 años en España. Pero esta intensificación del uso no se ha realizado de manera sostenible, ya que la degradación de las funciones de los ecosistemas marinos afecta actualmente, en mayor o menor medida, al 81% de los servicios evaluados. Es decir, que la capacidad de los ecosistemas marinos de llevar a cabo funciones que nos proporcionan servicios ha sido alterada, afectando actual o potencialmente a los mismos servicios. El incremento del uso ha venido dado por el aumento poblacional, los avances en el desarrollo tecnológico, y de manera determinante, por los cambios en el modelo socio-económico que se traducen en un aumento del consumo. Así pues, hay servicios con elevada demanda que se están perdiendo pero su carencia está siendo substituida por soluciones tecnificadas, como es el caso del servicio de abastecimiento de alimento con la acuicultura, el agua dulce con las desaladoras o las medidas de regeneración de playas. Hay otros servicios que han cobrado una enorme importancia a causa del cambio de modo de vida, como es el caso de las actividades recreativas, aunque este hecho haya podido ir en detrimento de la capacidad de los ecosistemas marinos para proporcionar éste y otros servicios. (*muy cierto*)

Más de la mitad de los caladeros españoles de pesca están explotados por encima de los límites biológicos de sostenibilidad. Las capturas de pesca de la flota estatal han disminuido notablemente, del orden de un 35% entre 1985 y 2004 (FAO). Las especies más afectadas son las de alto valor comercial y las asociadas a éstas que se capturan accidentalmente (*by catch*). La causa directa de este problema es la sobreexplotación del servicio de abastecimiento de alimento e indirectamente la alteración de los ecosistemas (destrucción de ecosistemas que actúan como *nursery*, polución, etc.). El grave problema de provisión de alimento a causa del declive de las pesquerías, sumado al incremento de la demanda por parte de la sociedad española, ha provocado que buena parte del abastecimiento de alimentos de origen

marino para el consumo en España provenga de la acuicultura y de fuera de las aguas de jurisdicción española. (*muy cierto*)

Los impulsores de cambio más relevantes en la degradación de los servicios de los ecosistemas marinos son los cambios del uso del suelo/medio, la sobreexplotación y la entrada de insumos externos al sistema (*certeza alta*). Tanto el cambio climático como las especies invasoras son dos factores cuyos efectos son objeto actual de estudio y se postulan como de creciente importancia, especialmente por sus sinergias negativas con el resto de factores. Estos resultados coinciden en gran medida con la Evaluación de Portugal. Los impulsores funcionan a diferentes escalas espacio-temporales y están profundamente interrelacionados, generándose múltiples sinergias entre ellos, lo cual dificulta, muchas veces, la valoración de sus impactos por separado, es decir, la medida en que cada uno contribuye a la degradación de los servicios de los ecosistemas. Además, la suma de sus efectos puede favorecer la aparición de dinámicas no-lineales en los procesos a los que afectan, de manera que no sea tan factible la posibilidad de retornar al punto inicial por la misma vía. (*certeza media*)

La concentración de la población en grandes núcleos urbanos muchos de ellos en el litoral, y la terciarización de la economía española han tenido un importante impacto sobre el estado de los ecosistemas marinos, especialmente los de carácter litoral. Esto ha favorecido que un gran número de impactos sobre los ecosistemas marinos tengan su origen en actividades terrestres. Por un lado, y como resultado del denominado proceso de “litoralización” (ver capítulo de ecosistemas litorales) el 24% de la población española que en 1994 vivía en municipios litorales se ha pasado a un 44% en 2010, donde además se sitúan la mayoría de grandes urbes españolas, que han crecido a un potente ritmo, demandando la gran mayoría de servicios de los ecosistemas y generando, por tanto, graves impactos sobre éstos. Por otro lado, en la últimas décadas, ha habido una tendencia al crecimiento del sector terciario, sobre todo de los relativos al ocio, encaminada en exceso a atender las necesidades de la población concentrada en las ciudades, muchas veces a través de servicios tecnificados de alto impacto ecológico y en detrimento de los servicios tradicionales (*certeza alta*). Los insumos externos que llegan al mar procedentes de las actividades terrestres son de diversa índole y sus impactos están sobre todo relacionados con episodios de contaminación, que generan degradación tanto a nivel local (eutrofización e hipoxia), como de mayor alcance (por ejemplo problemas de ingestión de plásticos por parte de cetáceos, proliferación de los agregados de medusas o la acumulación de metales pesados en especies comerciales). (*muy cierto*)

A pesar de que los ecosistemas marinos españoles representan el 71% del territorio bajo jurisdicción española y una fuente de servicios muy valiosa para el bienestar de los españoles, el conocimiento que tenemos de ellos es muy parcial e insuficiente (no conocemos más del 2% de la biodiversidad de los mares y océanos, CVD 2010). Como ejemplo, los listados de los convenios de protección muestran una gran desproporción entre especies marinas y terrestres: la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) clasifica como amenazadas sólo un 5,6% de especies marinas y de éstas, casi un tercio aparece en la categoría de “Datos Insuficientes”; la revisión del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas de 2011 (BOE, 2011) incluye más especies marinas que el anterior, con casi 150 especies listadas tanto de flora como fauna, pese a que sigue siendo una pobre representación de la diversidad amenazada marina y, además, no contempla ninguna especie de interés comercial. Otra gran asignatura pendiente es la falta de información para caracterizar los ecosistemas marinos. Queda entonces mucho trabajo científico por realizar tanto para conocer el estado real de conservación de los ecosistemas y especies marinas, como para determinar la adecuación de las posibles respuestas a aplicar si se requiere de su recuperación. (*muy cierto*)

Las zonas marinas protegidas (ZMP) en el Estado Español son insuficientes para garantizar la conservación de la biodiversidad. Aunque del 2005 al 2010 la superficie de ZMP haya aumentado en un 163% (Perfil ambiental, 2009), menos del 1% de las aguas españolas se encuentran bajo alguna figura de protección (EUROPARC-España, 2010). Esta cifra no cumple con la obligación que estableció la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina de proteger al menos un 10% de la superficie marina antes del año 2010. Además, muchas de estas áreas protegidas se localizan en el litoral, formando parte de

una zona marítimo-terrestre en la que, muchas veces, se dedica más esfuerzo a la parte terrestre, sobre todo por cuestiones técnicas. Es necesario implicar a un mayor número de actores sociales en los planes de gestión para aumentar su eficiencia, además de llevar a cabo una gestión adaptativa para ajustar las acciones de gestión a las respuestas de los ecosistemas marinos en un escenario tan cambiante como el actual. *(certeza alta)*

Las respuestas de gestión relativas a la conservación de los ecosistemas marinos y de su capacidad de proporcionar servicios al bienestar humano necesitan integrar numerosos factores socioecológicos, y no sólo económicos, para incorporar un auténtico enfoque de sostenibilidad. Las diferentes escalas espacio-temporales a las que los impulsores de cambio actúan sobre los ecosistemas, las sinergias que se crean entre ellos, así como la capacidad de los ecosistemas para recuperarse de sus efectos (que dependerá de su estado y resiliencia) o la existencia de dinámicas no-lineales, son factores ecológicos esenciales a tener en cuenta a la hora de valorar las opciones de respuesta. A su vez, es fundamental generar procesos participativos que incluyan a todos los sectores implicados en la gestión de los ecosistemas marinos en la toma de decisiones, y donde las opiniones de los sectores más ligados a las prácticas tradicionales y de menor impacto ecológico (por ejemplo, los pescadores artesanales) tengan un lugar destacado. *(certeza alta)*

Es necesario hacer llegar mayor y mejor información a la sociedad española acerca del estado de los ecosistemas marinos y de las causas de su degradación, de manera que se generen actitudes proactivas que impulsen el camino hacia la sostenibilidad del uso de los servicios, en beneficio del bienestar de los españoles. Los ecosistemas marinos permanecen mayoritariamente en lo desconocido para la sociedad española, mientras que de los bosques tropicales, que ni siquiera pertenecen al capital natural español, existe una profunda conciencia social gracias a las campañas de divulgación y concienciación que vienen sucediéndose durante las últimas décadas. Además, la información que suele acontecer al mar, a su estado, a sus presiones e impactos es, en muchas ocasiones, de carácter alarmista y catastrofista, generando una sensación de incertidumbre e impotencia que suele acabar en inacción. Es necesario, por lo tanto, hacer llegar a la sociedad mensajes claros y precisos acerca de los valores, estado y problemas que conciernen a los ecosistemas marinos, así como opciones de respuesta realistas y factibles que la sociedad pueda emprender para su mejora. *(certeza media)*

## 1. Introducción

Los ecosistemas marinos suponen el 71% de superficie del planeta y un 97% del volumen de agua que alberga éste. Es lógico, entonces, que siendo un enorme componente del planeta, los ecosistemas marinos sean también de vital importancia para el funcionamiento del mismo. Otro punto a tener en cuenta es relativo al origen de la vida, que sucedió en los océanos hace 3.500 millones de años, por lo que es natural que nos encontremos fuertemente ligados a los ecosistemas marinos, tanto de manera material (alimentos, materias primas, calidad del aire) como espiritual (la sensación común de bienestar ante el mar o al navegar).

Por lo que respecta al bienestar, proporcionan a la humanidad un gran número de servicios y ello depende del estado de estos ecosistemas y de la funcionalidad de los procesos que en ellos tienen lugar. Los impactos negativos que algunas actividades humanas tienen sobre los ecosistemas van, pues, en detrimento del bienestar humano. Pero parece ser que existe una falta de conciencia social, tanto sobre algunos efectos del modo de vida actual sobre los ecosistemas marinos, como de los problemas que esto ocasiona o puede ocasionar al bienestar humano. Por lo tanto, es preciso restablecer el vínculo entre ecosistemas-servicios-bienestar, pensando en los humanos de hoy y de mañana.

Muchos de estos impactos sobre los ecosistemas marinos se han originado o han aumentado notablemente en los últimos 50 años en España, en la mayoría de casos por el uso insostenible de los servicios que proporcionan a la sociedad española, como por ejemplo la sobreexplotación del servicio de abastecimiento de pesca o la degradación de los ecosistemas a causa de la intensificación de la práctica de actividades recreativas. Es pues el momento para corregir esta tendencia en pro del bienestar de la sociedad española.

La iniciativa de la ONU de la Evaluación del Milenio es una excelente oportunidad para comprender mejor el vínculo entre conservación de los ecosistemas y bienestar humano. De la EME internacional (MA, 2005) se desprenden resultados del estado y tendencias de los servicios de los ecosistemas a nivel global. Para la parte de los ecosistemas marinos (denominada *Marine Fisheries Systems*), esta evaluación se centra muy especialmente en el servicio de abastecimiento de alimentación, concretamente en el de pesca, ya que es un tema de capital importancia dado los graves problemas que acarrea desde hace décadas a nivel mundial. Es de esperar, pues, que sus resultados concuerden con muchos de los obtenidos en la EME de España para este servicio. Otras EME se han llevado a cabo a menor escala, como es el caso de la EME del Reino Unido o de la EME del vecino Portugal. La primera hace un análisis más amplio que la internacional de los servicios de los ecosistemas marinos y su enfoque se centra en la biodiversidad, a partir de la cual trazan la línea hasta el bienestar humano. En el caso de Portugal, la evaluación también hace especial hincapié en el servicio de abastecimiento de alimento, pues es éste un país eminentemente marino y gran consumidor de productos de la pesca, además de evaluar otro tipo de servicios.

Para la ciencia española el enfoque de la aproximación de ecosistemas es muy nuevo, por lo que no existen muchos trabajos que versen sobre esta manera de integrar al ser humano en la dinámica de los ecosistemas. Los estudios que han tratado el tema de los servicios de los ecosistemas para el bienestar humano son escasos y de carácter concreto, como por ejemplo la “Valoración de los bienes y servicios de los ecosistemas litorales catalanes” (DEPANA, 2009) o la “Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en Bizkaia” (Palacios *et al.*, 2009). El presente trabajo es, por lo tanto, la primera ocasión en que se aborda esta temática a nivel del Estado español. En cambio, en otros países europeos como el Reino Unido, tienen mayor camino recorrido en esta línea de trabajo y, por tanto, la evaluación de los servicios de los ecosistemas a nivel estatal se ha podido nutrir de experiencias previas.

La evaluación del estado y tendencias de los servicios de los ecosistemas marinos en España pretende desarrollar un marco científico que permita retomar los vínculos entre los ecosistemas y la sociedad. La secuencia lógica que se ha seguido ha empezando por identificar los problemas que derivan de la interacción entre estos ecosistemas y el bienestar, analizar las causas y dimensionar el conjunto de

Impulsores - Presiones - Estado de cambio - Impacto - Respuestas. Se analizarán las consecuencias de las decisiones de gestión de los ecosistemas marinos respecto a la funcionalidad de los servicios para poder proporcionar estrategias que orienten respuestas adecuadas y eficientes y, de esta manera, establecer las necesidades de investigación para resolver los vacíos del conocimiento, que en los ecosistemas marinos son especialmente profundos y extensos, valga el paralelismo.

En definitiva, el objetivo de esta evaluación es exponer la información necesaria para comprender la relación y los vínculos entre los ecosistemas marinos españoles y el bienestar humano, incluyendo las aspiraciones económicas, sociales y culturales dentro del sistema ecológico del que la humanidad es parte, con el objetivo último de encontrar un equilibrio que asegure la persistencia del bienestar de la sociedad española.

## 2. Caracterización del sistema socioecológico marino

Los ecosistemas marinos españoles comprenden una gran variedad de ambientes debido a su extensión y la posición geográfica de la península, bañada por el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo. De manera general se pueden definir como ecosistemas marinos en base a diferentes aspectos:

- 1)** Desde el punto de vista físico-natural, nos encontramos en un medio tridimensional con total ausencia de fronteras, desconocido para muchos y de características físicas y bióticas muy diferentes al medio terrestre. Son sistemas muy dinámicos, fuertemente interconectados a través de una red de corrientes superficiales y de profundidad.
- 2)** Desde el punto de vista económico y productivo, hace siglos que la cultura del mar ha sido puramente extractiva (no ha sido hasta hace pocos años que las políticas pesqueras han introducido criterios de conservación).
- 3)** Desde el punto de vista jurídico-administrativo, al igual que ocurre en las zonas litorales, podemos encontrar la confluencia de numerosas administraciones y distintos niveles, ya sea sobre el espacio o los servicios.

Las costas Atlánticas y Mediterráneas de España poseen estructuras y funciones ecológicas suficientemente diferenciadas que justifican una separación por regiones. Se han delimitado 4 subzonas por sus particularidades hidrológicas, oceanográficas y biogeográficas:

### 2.1. Mediterráneo español oriental

El Mar Mediterráneo es un mar semicerrado -el intercambio con el Mar Negro y el Océano Atlántico es restringido-, con una salinidad elevada (las aguas son euhalinas, del 30 al 40 ‰ de sales), con una amplitud marea inferior a 1 m y de hidrodinamismo moderado. El Mar Mediterráneo funciona como un estuario negativo ya que pierde más agua (por evapo-transpiración) que la que le entra (procedente de ríos y precipitaciones). En el litoral mediterráneo las costas son mayoritariamente bajas y encontramos una plataforma continental, en general, estrecha (las zonas más amplias se encuentran en el Delta del Ebro y la plataforma Castellón-Valencia). La profundidad media del Mar Mediterráneo es de 1.500 m. La elevada insolación, que produce una fuerte estratificación y sus escasos nutrientes lo convierten en un mar oligotrófico. La estrecha plataforma continental y la circulación general de signo ciclónico contribuyen a limitar su capacidad productiva. Se trata del mar más diverso biológicamente de toda Europa y un punto caliente de diversidad a nivel mundial. Esta diversidad se concentra en la zona Oeste y más somera de la cuenca, hasta 50 m. Dos de los hábitats básicos y esenciales son las praderas de *Posidonia oceanica* y los fondos de coral.





Imagen 14.1. El litoral del Mediterráneo ofrece una oportunidad ideal para los servicios culturales de paisaje y disfrute estético y actividades recreativas que ha favorecido el desarrollo turístico de la región. Típica costa baja del litoral Mediterráneo (María Sánchez).

## 2.2. Atlántico Sur – Estrecho de Gibraltar– Mediterráneo español occidental

Se trata de una región de transición del Mar Mediterráneo al Océano Atlántico, que no sólo se circunscribe al Estrecho de Gibraltar propiamente, si no que considera las aguas cuya configuración sea de mezcla o transición: desde el Golfo de Cádiz al Mar de Alborán. La caracterización de esta región está profundamente marcada por el intercambio de masas de agua entre el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo, además de su topografía y régimen de mareas. Esta entrada de aguas, generan un giro anticiclónico en el Mar de Alborán de alta productividad. La zona del Golfo de Cádiz cuenta con una plataforma aplacerada donde predominan los fondos de arena y fango. Esta subzona se encuentra bajo la influencia de los aportes de una serie de ríos y de las corrientes marinas propias del estrecho de Gibraltar, lo que a su vez origina elevadas cotas de productividad.

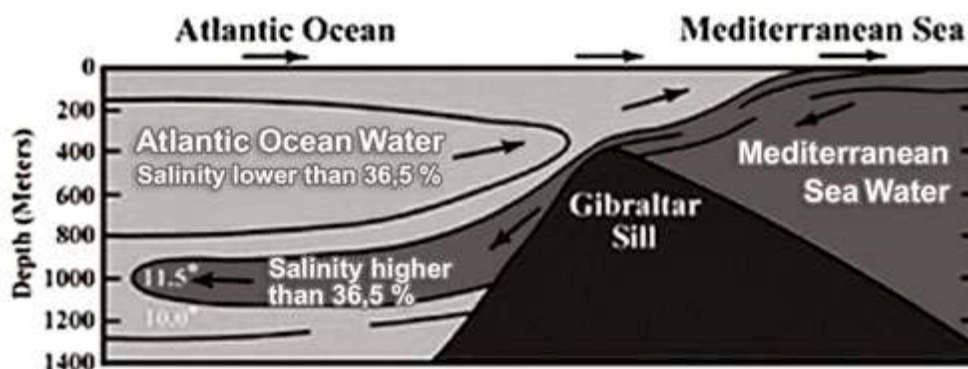


Figura 14.1. Corte transversal de la región del Estrecho de Gibraltar (Promar, 2009), donde se intercambia más agua por la superficie del estrecho, procedente del Océano Atlántico, que la que retorna por el fondo, de agua más salada mediterránea.



### 2.3. Atlántico NE y Cantábrico

La región Atlántica del N y NW de la península tiene una costa de geomorfología generalmente abrupta y una plataforma continental que no sobrepasa por término general las 20 millas, siendo más estrecha en la zona correspondiente al Cantábrico y más amplia frente a las costas de Galicia. Es una zona de afloramiento de aguas profundas, y por lo tanto de alta productividad, lo que favorece la producción pesquera. Constituye un mar de transición entre los mares fríos del Norte y los templados del trópico, constituyendo así un ecotono de especies vegetales y animales de aguas frías.



Imagen 14.2. La alta productividad de las aguas atlánticas favorece el servicio de abastecimiento de alimentación, por lo que la protección de ciertas zonas resulta muy eficaz para el mantenimiento de las comunidades y la exportación de poblaciones de valor comercial a regiones adyacentes. Islas Cíes, Galicia (Paloma Carrillo de Albornoz).

### 2.4. Atlántico Canario

Las Islas Canarias presentan condiciones singulares, siendo este archipiélago de génesis volcánica edificada a lo largo de una dilatada actividad con emisiones de materiales de diverso tipo. Por esta razón carecen prácticamente de plataforma continental, cayendo bruscamente los fondos hasta alcanzar grandes profundidades. Las formas de modelado de las Islas Canarias están influenciadas principalmente por las estructuras volcánicas, su litología y el clima subtropical. La combinación de estos factores ha dado lugar a una evolución morfoclimática especial, donde aparecen estructuras como calderas, barrancos, terrazas, acantilados, etc. Los ecosistemas más representativos de las aguas que bañan las Islas Canarias son las praderas de sebas (*Cymodocea nodosa*) o sebadales y el ecosistema pelágico. La composición específica del ecosistema pelágico está en gran medida condicionada por la presencia de numerosas especies oceánicas que se acercan a Canarias en sus rutas migratorias, especialmente los atunes, tanto tropicales como templados que se sustituyen en el tiempo a lo largo del año.



Imagen 14.3. Los ecosistemas marinos que rodean las Islas Canarias proporcionan multitud de servicios en tierra, producto de su condición insular. Roques de Anaga, Norte de Tenerife (Pedro González del Campo).

A su vez en los ecosistemas marinos españoles es posible identificar, de forma genérica, dos tipos de ambientes: el ambiente pelágico, comprendido por la columna de agua y el ambiente bentónico, que abarca la superficie del fondo rocoso/sedimentario. En la zona pelágica de España habita una comunidad importante de organismos, algunos sin capacidad de natación (plancton) y otros con capacidad (necton). La zona bentónica alberga una enorme diversidad de grupos taxonómicos, algunos de ellos muy móviles (peces, cangrejos, pulpos, etc.) y otros sésiles.

Finalmente, la variable de luz incidente diferencia dos regiones bien distintas: la fótica y la afótica. Por un lado la zona fótica (donde llega más de un 1% de la luz incidente), donde se dan las condiciones para la fotosíntesis y, por tanto, el desarrollo de la producción primaria y por el otro la zona afótica, con menos del 1% de la luz incidente. La profundidad a la que acaba la primera y empieza la segunda dependerá de la transparencia del agua, aunque se establece una profundidad media de la zona fótica en los 200 m.

La delimitación de los ecosistemas marinos es crucial para la evaluación de los mismos y los criterios utilizados para ello pueden ser de diferente índole: métricos (isóbatas), jurídicos/administrativos, físico-naturales (hábitat), etc. Siguiendo criterios ecológicos y socioeconómicos, los límites de los ecosistemas marinos pueden y deben solaparse con los establecidos por el ecosistema litoral, por lo que el estudio de estas dos unidades está sumamente interrelacionado. Los ecosistemas litorales se definen como de transición entre los terrestres y los marinos y es por eso, entonces, que queda justificada toda superposición con los límites marinos. Además, dado que la evaluación de los servicios de los ecosistemas se hace en relación con el bienestar humano -como último objetivo- es inevitable que nos refiramos constantemente a la parte marina más litoral, ya que muchos de estos servicios se concentran en el litoral (turismo, energía eólica, abastecimiento de pesca, etc.) y, a su vez, las actividades que se llevan a cabo en el litoral -y tierra adentro- influyen en gran medida en el estado de los servicios de los ecosistemas marinos.

Para la evaluación española de los ecosistemas marinos, se ha utilizado el criterio jurídico/administrativo y se ha convenido que el límite exterior sea el que establece la Directiva Marco sobre la estrategia marina: “[...] sus regulaciones se aplicarán a las aguas, el lecho marino y el subsuelo situados más allá de la línea de base que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales y que se extienden hasta el límite exterior de la zona en que un Estado miembro de la Unión Europea ejerce soberanía o jurisdicción de conformidad con la Convención de las Naciones Unidas sobre Derecho del Mar”. Por lo que, para esta

evaluación, el límite exterior del ecosistema marino es la Zona Económica Exclusiva Española (ZEE) para el Atlántico y la Zona de Protección Pesquera (ZPP) del Mediterráneo.

El límite interior, colindante con los ecosistemas litorales, se ha establecido mediante criterios físico-naturales en el límite exterior de marismas, estuarios, lagunas litorales, playas, dunas y acantilados. Aun así es difícil compartimentar ecológicamente estos dos ecosistemas ya que ambos tienen influencia directa/indirecta sobre el otro, como se ha comentado anteriormente. Socialmente, establecer un límite es también complejo porque todos los usuarios de los ecosistemas marinos llegan a él desde el ecosistema litoral vecino, donde habitan o realizan su trabajo y los servicios que ofrecen los ecosistemas marinos llegan a la población por el litoral, donde se distribuyen.

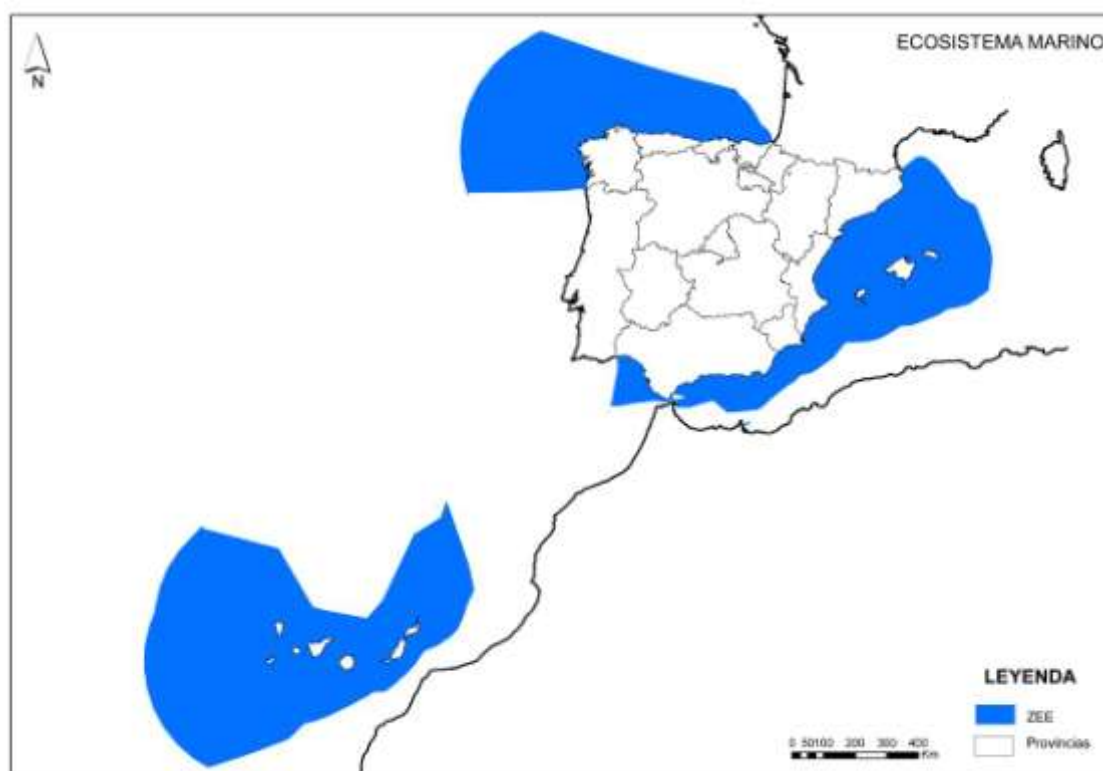


Figura 14.2. Los ecosistemas marinos bajo jurisdicción española (zona en azul) (Campillos y Prieto, 2011). El 71% del territorio de jurisdicción española es marino, o lo que sería lo mismo los ecosistemas marinos españoles ocupan 2,5 veces lo que ocupa la superficie terrestre (la superficie ocupada por los ecosistemas marinos es de 1256091,70 km<sup>2</sup> y la superficie terrestre española de 506019 km<sup>2</sup>).

En resumen, los ecosistemas marinos de España tienen como límites:

- Límite interior: colinda con el ecosistema litoral.
- Límite exterior: Zona Económica Exclusiva Española para el Atlántico y la Zona de Protección Pesquera del Mediterráneo.

La tridimensionalidad de los ecosistemas marinos condiciona su dinamismo y las propiedades del agua de mar, que inducen a la generación de capas de diferente densidad –dependiente de la salinidad y la temperatura- y gradientes de penetración de la luz, cuyos efectos se reflejan en la variabilidad vertical de la productividad. Las mareas, el viento, las olas, las corrientes, la orografía y los afloramientos rompen esta estratificación forzando la mezcla entre capas.

El agua salada se mueve por los océanos como si estuviese sobre una gran cinta transportadora, se hunde en zonas frías desde la superficie hasta las zonas más profundas y vuelve a subir. El movimiento del agua en los océanos tiene dos componentes ligadas estrechamente:

- 1) La circulación termohalina, que se produce por las diferencias de densidad del agua y hace que ésta se mueva de zonas más densas a zonas menos densas y viceversa.
- 2) Los movimientos producidos por los vientos, a su vez generados por diferencias de presión atmosférica, que resultan en fuertes corrientes.

La morfología de los ecosistemas marinos se compone de:

- La plataforma continental, que es la continuación natural del continente emergido hasta llegar a una pendiente pronunciada, el talud continental. A efectos legales, es el lecho y el subsuelo de las áreas submarinas que se extienden más allá del mar territorial del estado ribereño.
- El talud continental es una zona con una fuerte pendiente, donde las morfologías predominantes son valles, montañas y cañones submarinos.
- La llanura abisal es una amplia superficie inclinada de desnivel inferior a 1°, situada entre 200 y 4.000 m y que presenta accidentes submarinos como cordilleras, mesetas, morfologías de origen volcánico (como islas, pitones, *guyots*), etc.

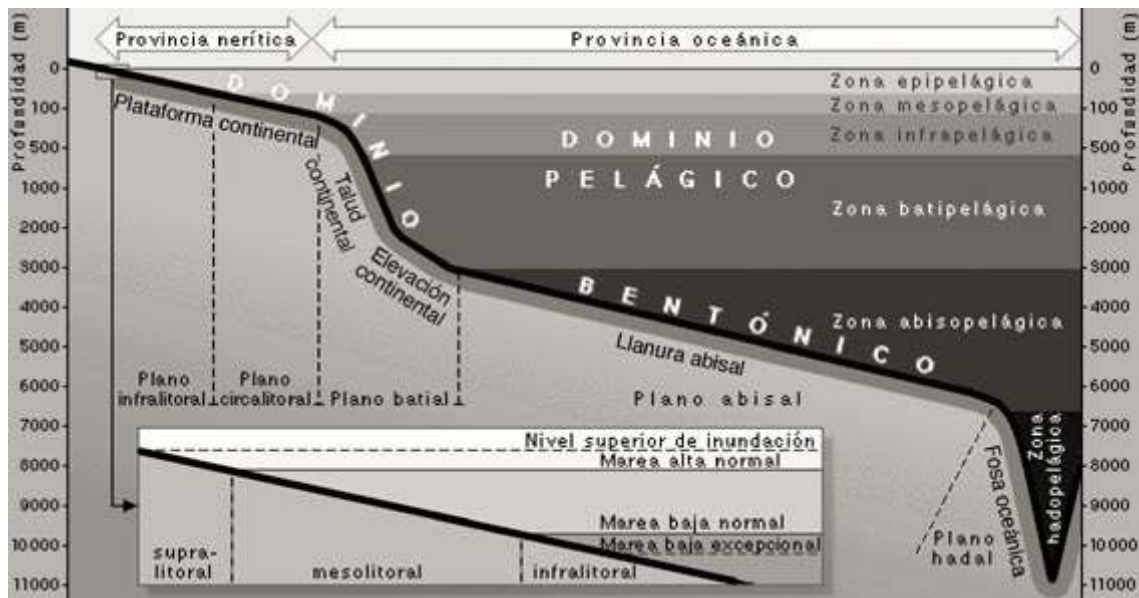


Figura 14.3. Modelo de sección del ecosistema marino (PROMAR, 2004). Se representa la complejidad del ecosistema marino, determinada sobre todo por la tridimensionalidad, extensión, profundidad y luz incidente.

Los ecosistemas marinos son un complejo conjunto de ecosistemas definidos por un amplio rango de variables físicas, químicas y geológicas. Estos ecosistemas varían desde zonas litorales de alta productividad hasta el lecho marino profundo, donde viven organismos altamente especializados. En los ecosistemas marinos las plantas y animales se han adaptado de múltiples maneras para satisfacer las necesidades básicas de sus ciclos de vida: alimento, refugio y reproducción.

El medio marino está poblado por toda la columna de agua, desde la superficie hasta el fondo y hasta dentro del sedimento, a diferencia de los sistemas terrestres, donde los productores primarios más importantes tienen una posición fija y la mayoría de animales se mueven solo en 2 dimensiones (Margalef, 1994). Una parte de la población marina, la comunidad pelágica, se encuentra suspendida: a la deriva o nadando. En el otro lado nos encontramos con los organismos bentónicos, próximos o asociados a fondos de rocas o sedimentos.

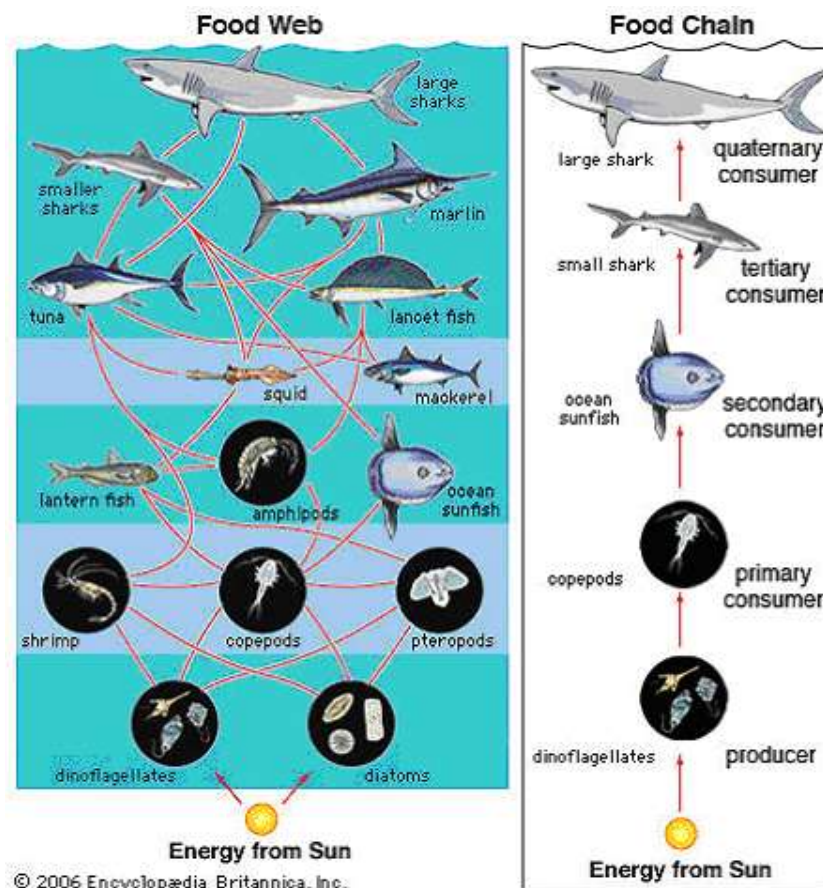


Figura 14.4. Las interacciones relacionadas con hábitos alimentarios se describen en la red trófica marina (Enciclopedia Británica, 2006). En la base se encuentran los productores primarios, seguidos del zooplancton, los pequeños y grandes depredadores, hasta los supercarnívoros; todos ellos son una pieza importante para mantener los servicios que proporcionan bienestar humano.

Los principales procesos ecológicos que ocurren en el ecosistema marino se pueden diferenciar en tres categorías: los procesos ecológicos de tipo trófico, los procesos biogeoquímicos y los procesos derivados de la acción humana:

- Los procesos ecológicos de tipo trófico más relevantes son: la producción primaria y secundaria, la producción bacteriana y la mineralización de materia orgánica (red trófica bacteriana), el consumo de materia orgánica por parte de detritívoros, el transporte de biomasa fitoplanctónica por la dinámica vertical, las migraciones plataforma-talud relacionadas con el ciclo biológico de la ictiofauna y las migraciones relacionadas con el comportamiento alimentario de mamíferos marinos.
- Los procesos biogeoquímicos de mayor peso son: la transformación de la producción primaria y secundaria no consumida en materia orgánica particulada o exudada como carbono orgánico disuelto, el transporte de nutrientes inorgánicos en las regiones de afloramiento, los flujos de biomasa ligada a las migraciones verticales del plancton y la bomba biológica de carbono.
- Los procesos de origen antropogénico, algunos de los más relevantes son la eutrofización, la destrucción física de vegetación bentónica por pesca de arrastre y anclaje y su regresión por la pérdida de transparencia del agua, sobreexplotación de poblaciones tanto de especies comerciales como no comerciales (descartes), etc. También y de manera más positiva, interaccionamos en la conservación de espacios naturales protegidos.



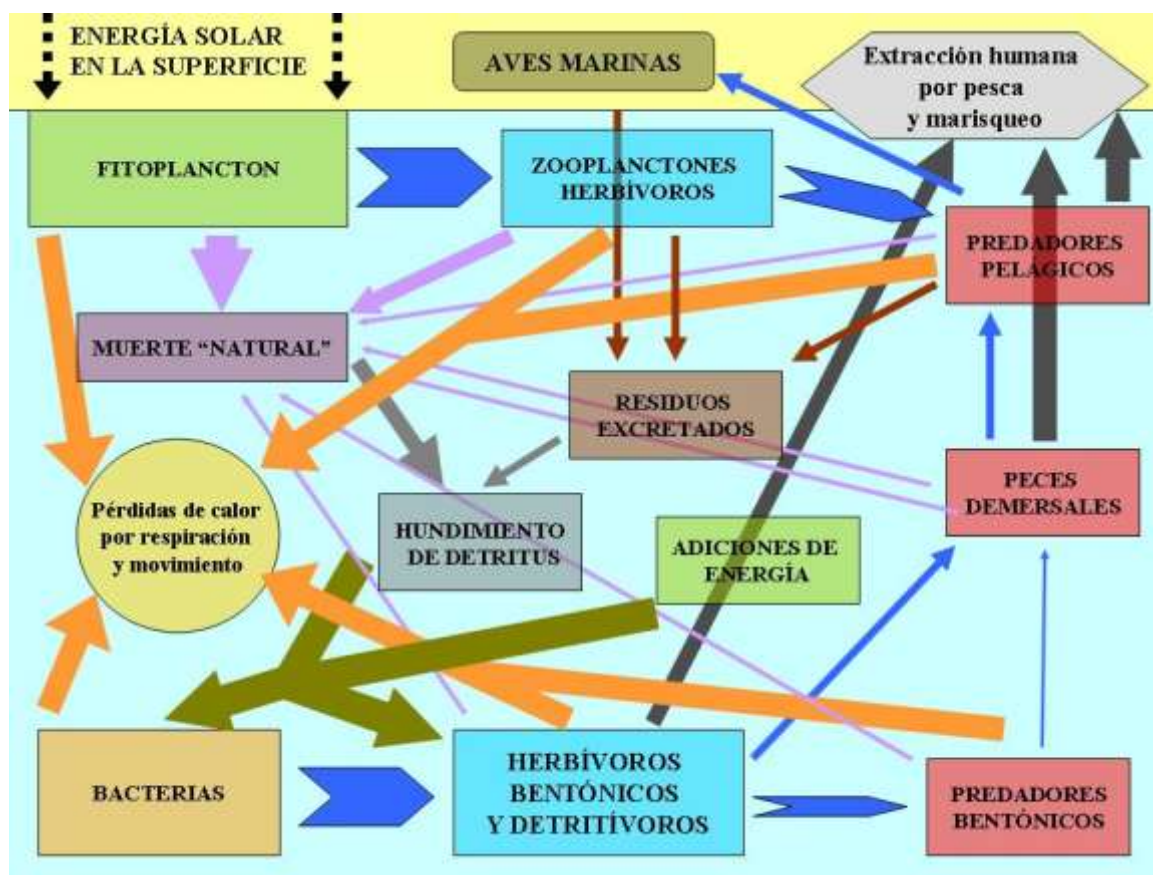


Figura 14.5. El ciclo de la producción marina es un sistema complejo, formado por múltiples elementos que interaccionan de diversas maneras, conectados por un flujo de materia y energía que supone el motor vital de los ecosistemas marinos. A destacar el papel que juegan las bacterias, que con su actividad remineralizadora cierra el ciclo de los nutrientes (Elaboración propia).

Algunos de los principales ecosistemas marinos, interpretados en términos de hábitat, están contemplados en la Directiva Hábitats, a saber: las praderas de angiospermas, las macroalgas, el coralígeno y la comunidad pelágica. Se consideran como tipos de hábitats naturales de interés comunitario porque se encuentran amenazados de desaparición en su área de distribución natural, o presentan un área de distribución natural reducida a causa de su regresión o debido a su área intrínsecamente restringida, o bien constituyen ejemplos representativos de características típicas de al menos una de las regiones biogeográficas. Los hábitats de los ecosistemas marinos españoles descritos en la Directiva son:

- 1120- Praderas de posidonia (*Posidonium oceanicae*) (Hábitat prioritario).
- 1160- Grandes calas y bahías poco profundas.
- 1170- Arrecifes.
- 1180- Estructuras submarinas causadas por emisiones de gases.
- 8330- Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas.

El lecho marino profundo también alberga una gran diversidad de formas debido a su extensa superficie y por mantener flujo de materia y energía constante con las regiones adyacentes, pero debido a su ínfimo conocimiento no es tenido suficientemente en cuenta. El funcionamiento de los ecosistemas profundos es crucial para los ciclos biogeoquímicos globales, tanto marinos como terrestres, por lo tanto juegan un papel importante para el bienestar de la sociedad. A estas profundidades se pueden encontrar arrecifes de coral, montañas submarinas, cañones, campos de esponjas, eventos hidrotermales, etc.

Las praderas de *Posidonia oceanica* como proveedoras de servicios

La angiosperma marina *Posidonia oceanica*, endémica del mar Mediterráneo, es su comunidad clímax y forma praderas que están presentes en todos sus países ribereños, que se estima que ocupan entre 2,5 y 4,5 millones de hectáreas sumergidas (Pasqualini *et al.* 1998), lo cual constituiría alrededor de un 25% del fondo mediterráneo somero (por encima de los 50 metros de profundidad) (Díaz y Marbà, 2009). Se considera que son uno de los ecosistemas más productivos de la Tierra y muy influyentes en el bienestar humano, por desempeñar numerosas funciones importantes.

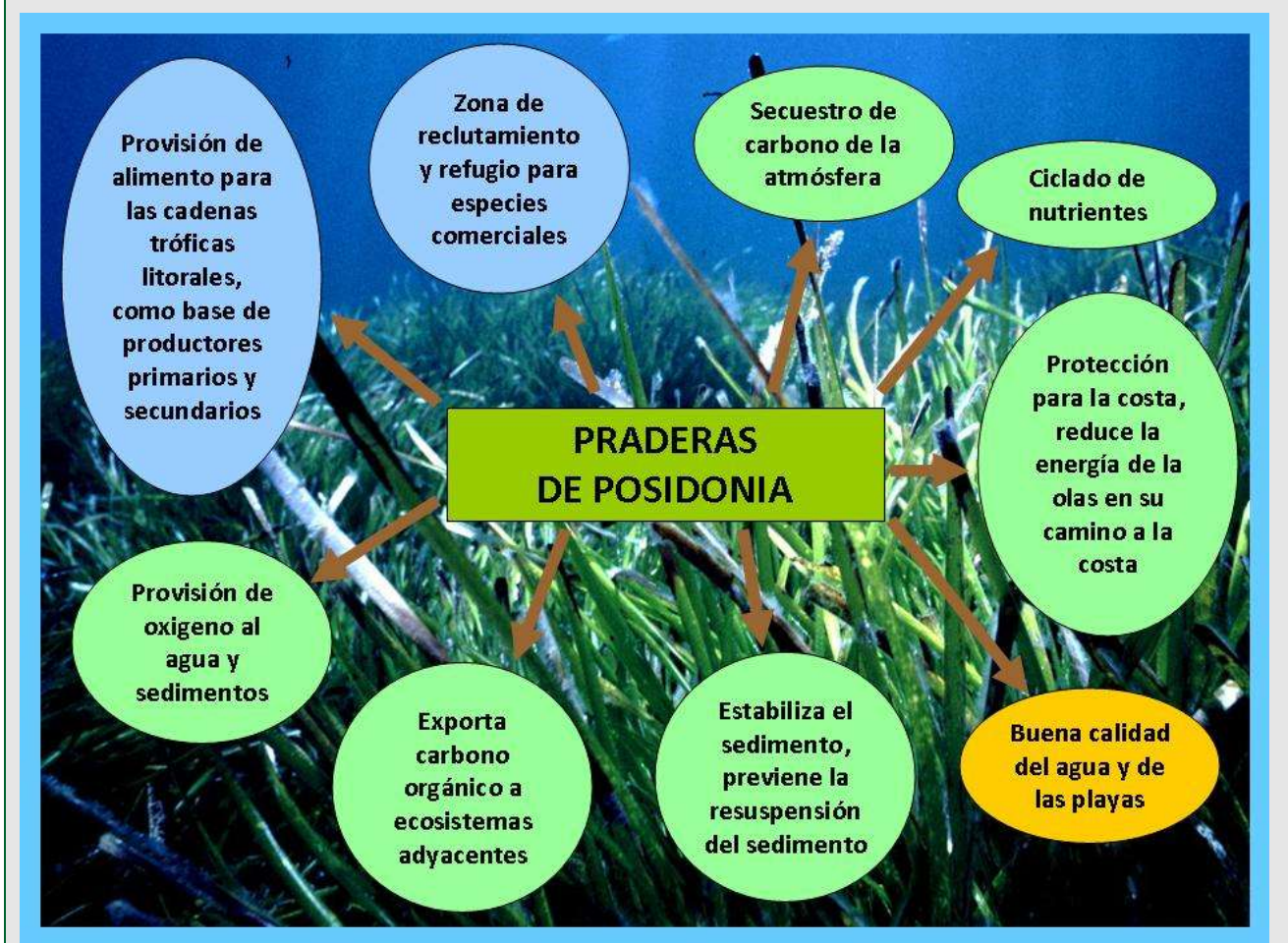


Figura 14.6. Diferentes tipos de servicios que generan los ecosistemas marinos de praderas de posidonia (Elaboración propia). En color azul los servicios de abastecimiento, en verde los de regulación y en amarillo los culturales.

El mar es y ha sido para los humanos, según la época histórica y las circunstancias, una vía de comercio, campo de batalla, fuente de alimento, ruta de huida, delegar para el deporte, fuente de placer estético, etc. pero para pocos, (si es que para alguien) estancia permanente. Así que las personas vinculadas a los ecosistemas marinos o trabajan en él o viven cerca. Y precisamente son estas dos actividades las que modelan el intercambio de servicios entre la sociedad y los ecosistemas marinos y las que lo relacionan intensamente al ecosistema litoral.

La importancia y singularidad de estos ecosistemas, en el aspecto socioeconómico, reside en ser de los más influyentes sobre el bienestar humano y poseer aún una enorme y desconocida potencialidad para seguir proveyendo servicios a la sociedad. Los hechos más destacables derivados de los ecosistemas marinos para el bienestar humano español en los últimos 50 años han sido:

- En los últimos 50 años, la población residente en municipios litorales ha pasado del 24% (1960) al 44% (INE, 2010).
- El peso del sector del turismo en España viene siendo de gran relevancia para la economía nacional, representando actualmente alrededor de un 10% del PIB total (INE y Exceltur, 2010), del cual gran parte está relacionado con el turismo de sol-y-playa y el bienestar que produce la cercanía al mar.
- El volumen de los servicios de abastecimiento relacionados con la pesca y la acuicultura, además de proporcionar alimento de calidad a la sociedad española, son una fuente de ingresos importante y generador de puestos de trabajo.
- El uso del transporte marítimo como la gran vía de comunicación estatal e internacional, a través del cual se intercambian mercancías de todo tipo, así como se transportan pasajeros. En España el 76,6 % del transporte de mercancías se produce por vía marítima.
- La singularidad de la cultura marinera, tejida en las zonas litorales entorno a la actividad extractiva y, más recientemente al turismo recreativo

La condición de área deshabitada por los humanos le confiere al mar, una vez más, un carácter diferencial frente los otros ecosistemas, que se traduce también en el aspecto legislativo: el misterio que durante siglos y aún ahora es para nosotros es imaginar todo lo que el mar puede albergar, así como lo restrictivo de las actividades que en él se pueden realizar, le permite disponer de legislación específica – la que hay está muy restringida a la pesca, las extracciones de materiales de origen geótico y el transporte marítimo-, aunque aún así hay grandes zonas oceánicas sin apenas legislación u organización que se responsabilice. La legislación internacional que ordena los mares y océanos del mundo es la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR), la cual confirma el derecho internacional del mar vigente. En esta se establecen las siguientes delimitaciones:

- Aguas interiores: las aguas situadas en el interior de la línea de base del mar territorial.
- Mar territorial: es el sector del mar en el que el Estado ejerce plena soberanía, se extiende 12 millas marinas medidas a partir de líneas de base y de base recta en los archipiélagos.
- Zona Económica Exclusiva (ZEE): región donde el Estado Español tiene derechos soberanos a efectos de la exploración y explotación de los recursos naturales del lecho y del subsuelo marino y de las aguas suprayacentes. La ZEE se extiende desde el límite exterior del mar territorial hasta una distancia de 200 millas náuticas contadas a partir de las líneas de base desde las que se mide la anchura del mar territorial. La ZEE se aplica al Atlántico español.
- Zona de Protección Pesquera del Mediterráneo (ZPP): España se reserva derechos soberanos a efectos de la conservación de los recursos marinos así como la gestión y el control de la actividad pesquera. Esta ZPP abarca el área marítima comprendida entre el límite externo del mar territorial y una línea imaginaria que partiendo de un punto situado 12 millas al Sur de Cabo de Gata se dirige en dirección 181° hasta otro punto situado a 37 millas del anterior, continuando hacia el Este por la línea equidistante con las costas de los países ribereños hasta la frontera marítima con Francia.





Figura 14.7. Compartimentación de las zonas marinas (CONVEMAR).

El límite de la Zona Económica Exclusiva se sitúa a 200 millas de la costa, en caso en que no haya interacción con otros países, actualmente en España se pretende ampliar de 200 a 350 millas. Galicia es la única zona en España donde teóricamente se podría ampliar la ZEE -según la Ley del Mar-. Pero para cambiar estos límites deben cumplirse unas condiciones de profundidad, tipos de sedimentos, etc. determinadas. En el Mediterráneo no se llega a las 200 millas por la presencia de otros países, y en Canarias no hay sedimentos continentales suficientes como para reclamar esa soberanía. (Acosta, 2008 - comunicación en prensa-).



Figura 14.8. Esquema de la propuesta de ampliación de la ZEE española a 350 millas.

El marco legal estatal y comunitario del que dispone España actualmente para gestionar los ecosistemas marinos queda resumido en la tabla 14.1 (no se incluyen leyes autonómicas).

Tabla 14.1. Marco legal estatal y comunitario aplicable en España.

Figura legal		Contenido
Comunidad Europea	Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (2008/56/CE)	Establece un marco de acción comunitaria para la política de los ecosistemas marinos. La Directiva obliga a los Estados Miembros a adoptar las medidas necesarias para lograr o mantener un buen estado medioambiental de los ecosistemas marinos a más tardar en el año 2020.
	Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000	Establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas del litoral, para la protección y la gestión de la misma. En una primera etapa, los Estados miembros deben identificar y analizar las aguas europeas, por cuencas y demarcaciones hidrográficas. A continuación, deben adoptar planes de gestión y programas de medidas adaptados a cada masa de agua.
	Reglamento (CE) nº 2371/2002 del Consejo, de 20 de diciembre de 2002	Es el reglamento de base que establece claramente los principios básicos que sustentan actualmente la PPC. Sobre la conservación y explotación sostenible de los recursos pesqueros en virtud de la política pesquera común, establece los siguientes parámetros de sostenibilidad para mejorar la política de recursos: asesoramiento científico sólido y criterio de precaución, teniendo en cuenta los aspectos medioambientales, económicos y sociales.
	Política Pesquera Común	Gestión conjunta de las pesquerías (abarcando desde la extracción hasta la comercialización) de los países de la UE a través de medidas y normativas dirigidas a la “prosperidad y sostenibilidad” de la industria pesquera europea, incluida la acuicultura (esfuerzo pesquero, TAC y cuotas, medidas técnicas, etc.). Dispone de un Fondo Europeo de Pesca (FEP) para financiar la adaptación al cambio del sector de cara a la rentabilidad económica y la sostenibilidad ecológica. Actualmente está siendo revisada.
España	Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino	Se establece por primera vez un marco jurídico para lograr un buen estado de los ecosistemas marinos, su protección y preservación, así como su recuperación, la prevención y eliminación de la contaminación en el contexto de una política marítima integrada. Los elementos clave de esta ley son: las Estrategias Marinas como instrumento de planificación; la creación de la Red de Áreas Marinas Protegidas y la incorporación de criterios ambientales en los usos de los ecosistemas marinos.
	Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad	Hasta la Ley de Protección del Medio Marino, ésta ha sido la normativa sobre la que se han basado las medidas de protección de los mares y costas españoles. Introdujo el medio marino en su momento como innovación a la anterior ley, estableciendo la AMPs como herramientas de conservación, entre otros puntos. Sin, embargo, era insuficiente para abarcar todo lo necesario para una protección efectiva del medio marino.
	Ley 10/1977, de 4 de enero, sobre Mar Territorial	Establece los límites del Mar Territorial, definiendo los parámetros que justifican esa demarcación en cada caso.
	Ley 15/1978, de 20 de febrero, sobre ZEE	Define el concepto de Zona Económica y establece los límites de esta área.
	Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas	Establece la actuación administrativa sobre el dominio público marítimo-terrestre, con los siguientes objetivos: determinar el dominio público y asegurar su integridad y adecuada conservación, adoptando, en su caso, las medidas de protección y restauración necesarias; garantizar el uso público del mar, de su ribera y del resto del dominio público marítimo-terrestre, sin más excepciones que las derivadas de razones de interés público debidamente justificadas; regular la utilización racional de estos servicios en términos acordes con su naturaleza, sus fines y con el respeto al paisaje, al medio ambiente y al patrimonio histórico; y conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas y de la ribera del mar.
	Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante	Regula los puertos y las actividades que en ellos se dan lugar, especialmente en lo relativo al transporte marítimo de mercancías.

	Ley 3/2001, de 26 de marzo, de Pesca Marítima del Estado.	Constituye la normativa básica del Estado para la regulación de la pesca marítima española. El artículo 149.1.19 de la Constitución atribuye al Estado la competencia exclusiva en materia de pesca marítima, sin perjuicio de las competencias que en la ordenación del sector pesquero se atribuyan a las Comunidades Autónomas. Las Comunidades Autónomas tienen competencia sobre la pesca que se realiza en aguas interiores, el marisqueo y la acuicultura, y en materia de ordenación del sector pesquero y de comercialización de los productos pesqueros, en desarrollo y ejecución del marco unitario. (Libro blanco de la pesca, 2009).
--	---	--

### 3. Estado de conservación general

En la Tabla 14.2 se resumen las características básicas que caracterizan a los ecosistemas marinos.

Tabla 14.2. Rasgos más importantes de los ecosistemas marinos y límites para su cartografía.

Rasgos esenciales que lo definen	Límites para la cartografía
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es el ecosistema más antiguo del Planeta, ya que la vida se originó allí hace unos 3.500 millones de años.</li> <li>- Conecta todo el Planeta (las corrientes marinas circulan por toda la cuenca oceánica).</li> <li>- Existe una elevada conectividad entre elementos (favorecido por las redes, los ciclos que lo conforman y el medio acuoso que los sustenta).</li> <li>- Su tridimensionalidad.</li> <li>- Es una compleja y diversa suma de ecosistemas y hábitats diferentes.</li> <li>- Estratificación tanto vertical como horizontal.</li> <li>- No alberga asentamientos humanos directamente.</li> <li>- Íntima relación con los ecosistemas litorales.</li> </ul>	Superficie comprendida entre los límites exteriores establecidos entre el ecosistema litoral y la Zona Económica Exclusiva (ZEE) para el Atlántico, y Zona de Protección Pesquera (ZPP) para el Mediterráneo.

El estado de conservación general de los ecosistemas marinos en España ha empeorado en los últimos 50 años. Ha habido una pérdida de superficie y disminución de la calidad ecológica de muchos de los ecosistemas. Las causas son diversas, a destacar en primer lugar la destrucción física (redes de arrastre, construcción de puertos, emisarios, refinerías, fondeo, etc.), la contaminación (eutrofización, vertidos de hidrocarburos, etc.), la sobreexplotación (tanto de recursos pesqueros, como la masificación de la costa) y cambios en las variables ambientales (aumento de la temperatura, turbidez del agua, cambios en la corrientes, etc.). Importantes declives de poblaciones de especies comerciales derivadas de la sobrepesca y otras presiones, han causado a su vez otros desequilibrios poblacionales en cascada.

Los usos que se ha hecho tradicionalmente de los ecosistemas marinos giran sobre todo en torno a la obtención de alimentos, así como también han sido importantes el transporte y el disfrute del paisaje. En los últimos 50 años ha habido una intensificación del uso de estos servicios y también una diversificación de posibilidades utilitarias del mar. Así, por ejemplo, la pesca ha rebasado sus posibilidades, ha habido una gran inversión en el desarrollo de la acuicultura, se ha iniciado la extracción de agua de mar para el consumo humano gracias a la instalación de desaladoras y ha aumentado de manera notable la cantidad e intensidad de las actividades recreativas relacionadas con el mar.

No hay información suficiente para evaluar el deterioro o la pérdida sufrida por los ecosistemas marinos españoles. Las causas de esta falta de información son sobre todo motivos técnicos -dificultad de muestreo de los ecosistemas profundos, por ejemplo- y también el hecho de que sea reciente el interés en la conservación de estos ecosistemas. Para el caso que nos ocupa, se han tomado datos mundiales, europeos y mediterráneos, cuando no existía suficiente información nacional al respecto. Se resumen los descriptores de la pérdida de ecosistemas marinos españoles a continuación:

Tabla 14.3. Datos científicos disponibles acerca de la degradación de ecosistemas, especies y poblaciones de los ecosistemas marinos.

Descriptor del cambio	Dato (unidad)	Fuente
Tasa de pérdida global de la superficie de corales	4-9%	Duarte <i>et al.</i> , 2008
Arrecifes en peligro de desaparición en 30 años	60%	PNUMA, 2004
Tasa de pérdida global de la superficie de praderas de angiospermas marinas	2-5%	Duarte <i>et al.</i> , 2008
Tiempo en que se perderían el 50% de los ecosistemas marino-litorales	7-30 años	Duarte, 2006
Hábitats marinos europeos estudiados en estado desfavorable	50%	EEA/ETC-BD, 2008
Hábitats marinos europeos en estado de calidad desconocido	40%	EEA/ETC-BD, 2008
Poblaciones sobreexplotadas de especies de interés comercial en el Mediterráneo	90%	Comité Científico-Técnico y Económico de la UE
Descenso de la diversidad biológica en los ecosistemas arenosos en el Mediterráneo	15%	Claudet y Fraschetti, 2010
Tasa de introducción de especies en el Mediterráneo (1999-2004)	1 especie exótica cada 6 semanas	Streftaris <i>et al.</i> , 2005
Tasa de disminución del nivel trófico de las descargas de animales marinos extraídos por la pesca en el Mediterráneo	0,15 en 26 años	Pinnegar <i>et al.</i> , 2003

Otra de las razones que dificultan esta descripción es la gran diversidad de ecosistemas que conforman **los “ecosistemas marinos” considerados en esta evaluación**. Para muchos de los hábitats existentes en los ecosistemas marinos no se dispone, ni siquiera, de una cartografía de su distribución, por lo que es imposible hablar cuantitativamente de la superficie perdida. Aun así se han obtenido datos de algunos hábitats -generalmente aquellos descritos como prioritarios o de interés comunitario-.

Las praderas de *Posidonia oceanica* son extremadamente vulnerables, y se sitúan dentro de los ecosistemas más amenazados del Planeta: se estima que la tasa de regresión de las mismas es de 5% al año. Desde la década de los años ochenta, 102 de un total de 176 praderas de *P. oceanica* estudiadas han sufrido una regresión en su superficie. Según Díaz-Almela -en datos aún no publicados- un 17% de praderas en el Mediterráneo han perdido más del 50% de superficie en este periodo. Otro indicador de la salud de las praderas es la densidad de haces: del año 2000 al 2007, el 67% de las praderas sufrieron un declive de su densidad; en un 47% de los casos, este declive fue del 20%. Estas pérdidas también se dejaron ver en áreas protegidas. La regresión de las praderas en España no es un hecho reciente, un estudio retrospectivo de su demografía demostró que el 80% de las praderas estudiadas se encontraban ya en declive entre el 1967 y el 1992 (Marbà, 2009). Actualmente y según la última cartografía del Atlas de los hábitats de interés comunitario, las praderas ocupan 9.648 km<sup>2</sup> (Díaz Almela y Marbà, 2009). Para este hábitat, las mayores amenazas son: el aumento de los vertidos nutrientes y/o contaminantes o con altas tasas de sólidos en suspensión -que aumenta la turbidez y disminuye la luz disponible-, la pesca destructiva, el ancoraje indiscriminado, la acuicultura intensiva y las especies invasoras.

La extensión de los fondos de Maërl en España es muy amplia y se distribuye en la zona circalitoral, entre los 40 y 80-100m. La importancia ecológica del Maërl viene dada por la alta diversidad de fauna y flora que alberga y al gran número de nichos ecológicos -también para especies de interés comercial- que genera su estructura tridimensional. Además, constituye uno de los ecosistemas más productivos de la región templada, por lo que es considerada la "fábrica de carbonato" de las costas (Canals y Ballesteros, 1997). Aun así, no se conoce la superficie que ocupa en nuestras costas ni su estado de calidad (Barberà *et al.*, 2003). La mayor amenaza para este hábitat es la pesca de arrastre.

La extensión de las diferentes biocenosis que colonizan los fondos duros y rocas de del infra y circalitoral y zonas batiales, correspondientes al hábitat arrecifes (Hábitat 1170) en España, es desconocido (Templado *et al*, 2009). A nivel muy grosero puede estimarse que el hábitat de arrecifes de coral ocupa entre 15.000 y 20.000 km<sup>2</sup> a lo largo de todo el litoral y de la plataforma continental e insular. A ello habría que añadir la superficie ocupada por los fondos rocosos situados por fuera de la plataforma en cañones y montículos que se elevan a partir de los grandes fondos (Templado, 2009).

Claudet y Fraschetti (2010), afirman que la cobertura de macroalgas en el hábitat rocoso submareal, con recursos pesqueros asociados, ha decrecido mientras que la superficie de fondos rocosos estériles ha aumentado. Las amenazas para este hábitat son la polución, la eutrofización, construcción de infraestructuras litorales, el exceso de sedimentación (Marbà y Duarte, 2010) y las especies invasoras (Claudet y Fraschetti, 2010).

La densidad, diversidad y riqueza de organismos de los hábitats arenosos del Mediterráneo está especialmente afectada por la acuicultura y la pesca destructiva (Claudet y Fraschetti, 2010). Los bancos de arena son zonas de una gran biodiversidad e importantes áreas de alevinaje para especies de peces y crustáceos, como ocurre en los bancos existentes alrededor de cabo Machichaco en Vizcaya (WWF/Adena, 2005).

Con excepción de pocas especies, como la gaviota patiamarilla -*Larus michahellis*- casi todas las especies de aves reproductoras en el Mediterráneo español están amenazadas o sus poblaciones se consideran vulnerables (Marbà y Duarte, 2010). En la última revisión del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (febrero 2011) se incluyen muchas de las especies de aves marinas de aguas españolas, habiendo en la versión anterior sólo 14 especies en alguna de las categorías. Respecto a esta avifauna marina, existe un inventario de IBAs (*Important Bird Areas*) marinas, que complementa los espacios ya identificados para las aves marinas en tierra firme (principalmente sus colonias de cría) y permite abordar la protección completa de estas aves mediante una red de espacios integrada y coherente. Las 42 áreas identificadas se encuentran bien repartidas por las aguas españolas. Diez se encuentran en el archipiélago canario, 8 en el noroeste peninsular (Cantábrico), 8 en la zona de transición Mediterráneo-Atlántico (entre el mar de Alborán y el golfo de Cádiz) y 16 en el Mediterráneo. Más allá de las figuras legales, es importante señalar que muchas de las IBA marinas coinciden con áreas ya inventariadas por su valor para otras especies como son las tortugas marinas, los grandes peces pelágicos y los cetáceos. Este hecho confirma que la protección efectiva de las IBA marinas será beneficiosa para otros muchos organismos.

La protección de los ecosistemas marinos es un asunto que se encuentra actualmente en desarrollo en nuestro país, ya que hace relativamente poco que son tenidos en cuenta con motivos conservacionistas. Hay que destacar que prácticamente no existen en nuestro país redes de muestreo para el seguimiento periódico y a medio o largo plazo de los ecosistemas marinos –a excepción de la directiva Marco de Agua para aguas costeras y las redes autonómicas de seguimiento de las praderas de *P. oceanica*-, a diferencia de lo que ya viene desarrollándose en ecosistemas terrestres y de aguas continentales.

Uno de los programas de seguimiento existentes surge de la Directiva Marco Europea del Agua (DMA), que nace –el año 2000- como respuesta a la necesidad de unificar las actuaciones en materia de gestión de agua en la Unión Europea. Una parte de esta Directiva hace referencia a estaciones de seguimiento de las masas de agua costeras, todas ellas situadas a menos de una milla náutica de la costa, de las cuales en España hay 352. Se pretende evaluar la calidad de las aguas costeras mediante el seguimiento de parámetros físico-químicos y bioindicadores y a partir de los resultados, aplicar las medidas necesarias para prevenir el deterioro del estado de todas las masas de agua; proteger, mejorar y regenerar la calidad de todas ellas con objeto de alcanzar su buen estado a más tardar quince años después de la entrada en vigor de la Directiva -año 2015. Tristemente, los únicos datos públicos unificados para toda España de esta Directiva son una “Síntesis de los estudios generales de las Demarcaciones Hidrográficas en España” (MARM, 2007).



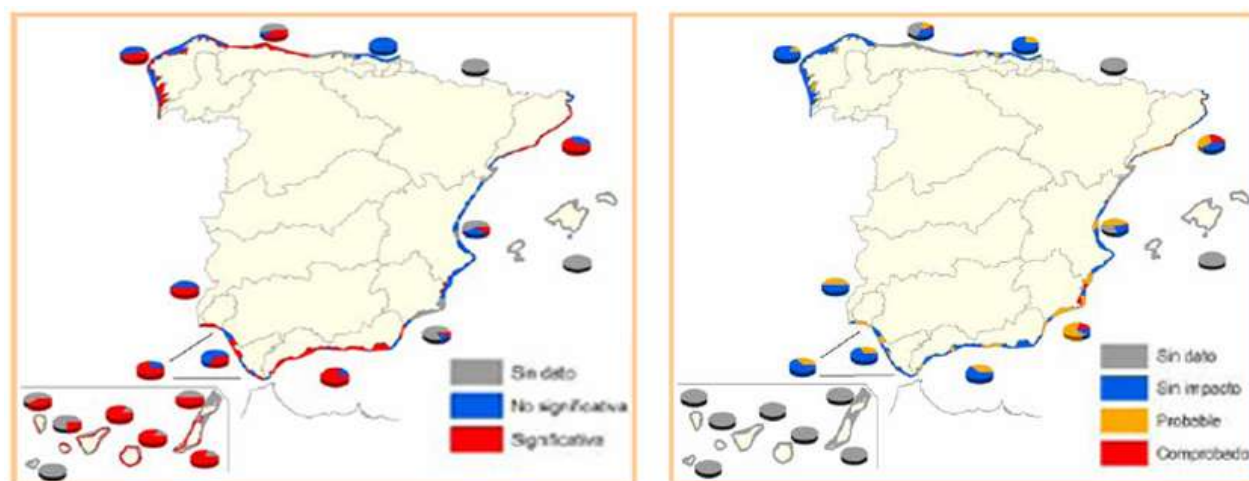


Figura 14.9. Mapa de las presiones (izquierda) e impactos (derecha) en las masas de agua costeras definidas por la Directiva Marco de Agua. En las comunidades de Catalunya, Andalucía y Canarias, más del 50% de las masas de agua costeras están bajo presiones significativas. Solo las aguas de Cantabria se considera que no están significativamente afectadas por presiones. En las comunidades de Cantabria, Galicia y Andalucía, más de la mitad de sus masas de agua no se consideran impactadas. Sólo las CCAA de Catalunya, Murcia y Asturias, tienen un porcentaje en general bajo de aguas con probabilidad de estar impactadas. Sin embargo hay demasiadas regiones de las cuales no se dispone de datos.

Otra de las medidas de gestión para la conservación de los ecosistemas marinos que se han aplicado en España ha sido la protección territorial de algunas zonas. Actualmente, la superficie marina protegida es de 267.736,64 ha y la Red Natura 2000 abarca una superficie de 1.048.879,18 ha, haciendo un total de 1.088.259,88 ha entre ambas figuras (la mayor parte de espacios de la Red engloban otras áreas protegidas) (Perfil Ambiental 2009). Desde el año 2005 hasta la actualidad, en España se ha ganado cerca de un 165% de superficie protegida marina. Hay que añadir las áreas protegidas con más solera, las Reservas de Pesca (también llamadas Reservas Marinas de Interés Pesquero), que se crearon para la recuperación de los stocks de especies comerciales por cuestiones económicas y que actualmente ocupan 102.348 ha (Europarc-España 2010). Las Reservas de Pesca de España están gestionadas por la Secretaría General del Mar, o bien de manera conjunta con las Comunidades Autónomas (la gestión es total o compartida, según se encuentren en aguas exteriores o también alberguen aguas interiores). Más tarde se incluyeron zonas marinas en Espacios Naturales Protegidos con parte litoral, pero éstas no representaban más que una pequeña área litoral insuficiente a efectos de conservación. Los Parques Nacionales marítimo-terrestres han tenido una visión mucho más marina que los anteriormente mencionados, pero no es hasta el año 2008 que se declara la primera Área Marina Protegida, ubicada en pleno mar, El Cachucho, una montaña marina a unas 40 millas de la costa cantábrica. La Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, introduce una novedad legislativa de gran trascendencia, al incorporar las directrices internacionales en materia de conservación de biodiversidad marina, creándose la figura de Área Marina Protegida, la cual ha sido formalizada oficialmente en la nueva Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino. En proceso de declaración y cerca de su finalización se encuentran el Banco de Galicia, el Cañón del Cap de Creus y el Canal de Menorca, mientras que otras tantas propuestas de creación de AMP están sobre la mesa con el objetivo de crear una red coherente.

Dentro de las Reservas Marinas de Interés Pesquero se establecen zonas de reserva integral. La zonificación lleva asociada una gestión de los usos más característicos de los ecosistemas marinos: pesca profesional, pesca recreativa, buceo deportivo y actividades científicas. En las zonas de reserva integral los usos están prohibidos, salvo para estudios científicos debidamente justificados y autorizados. Se trata por tanto de 11.130 hectáreas (el 10,87% de la superficie de las reservas marinas de interés pesquero) que tendrían el máximo grado de protección. Todas las reservas están incluidas en la propuesta de LIC marinos (EUROPARC-España, 2010).

Tabla 14.4. Marco legal (Directivas, convenios y acuerdos internacionales) para la conservación y protección de especies y ecosistemas marinos.

Figura legal	Contenido
Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)	Se crea con la intención de establecer un control en el comercio internacional de exportación/importación de especies de flora y fauna silvestres y subproductos de ellas.
Lista roja (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN)	Promueve la protección de especies y crea un inventario sobre el estado de las especies de flora y fauna, que clasifica en nueve categorías.
Convenio de Barcelona	Este tratado tiene como objetivo controlar la contaminación en el Mediterráneo. Plantea medidas entre las partes firmantes para reducir, evitar y eliminar, en la medida de lo posible, la contaminación en este mar. Se crean las Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM). Enmendado en 1995.
Convenio de Bonn sobre Especies Migratorias (CMS)	Su objetivo es asegurar la protección de las especies migratorias recogidas en su Apéndice I, es decir, aquellas amenazadas de extinción al menos en alguna de sus zonas de distribución. Además, promueve la acción de medidas de conservación entre las Partes y la cooperación internacional para la protección de las especies del Apéndice II.
Convenio de Berna	Este es uno de los primeros acuerdos internacionales dirigidos a la conservación de hábitats y especies de flora y fauna salvaje. El Convenio de Berna crea unas directrices generales para desarrollar medidas de conservación e incluye un listado específico de especies a proteger. Su adopción en la Unión Europea desembocó en la creación de la Directiva de Aves y la Directiva Hábitats e influyó en otras directivas.
Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres	La Red Marina Natura 2000 es parte integrante de la red ecológica europea Natura 2000, se constituye como aplicación de la Directiva Hábitat y la Directiva Aves a los ecosistemas marinos. Su finalidad, al igual que ocurre en el medio terrestre, es garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento de un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales y de los hábitats de las especies de que se trate en su área de distribución natural.
Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres	
Convenio de protección del medio marino del Atlántico Nordeste (OSPAR)	El Convenio OSPAR se crea con la intención de crear un protocolo unificado más eficaz para el control de la contaminación marina en el Atlántico Nordeste. Originalmente este tratado no planteaba una protección directa de áreas o especies marinas. Es a partir de la inclusión del Anexo V sobre la “Protección y Conservación de los Ecosistemas y la Diversidad Biológica de las áreas marinas” en 1992 cuando el Convenio OSPAR empieza a abarcar estos aspectos, con el objetivo de que la Partes Contratantes tomen medidas para conservar la diversidad biológica marina y traten de recuperar las zonas dañadas por la actividad humana.

Convenio de las Naciones Unidas sobre la Ley del Mar (UNCLOS)	La adopción de la Ley del Mar es uno de los pasos más importantes en la ordenación de los ecosistemas marinos, base para su gestión y protección. Aunque el convenio en sí mismo no establece medidas de conservación para los ecosistemas o especies, en su Anexo I enumera un listado de especies o grupos de especies altamente migratorias. Considera a éstas recursos sobre los que crea bases para la gestión compartida entre los países e insta a los mismos a establecer medidas para su conservación tanto dentro como fuera de la Zona Económica Exclusiva (ZEE).
---	--

Tabla 14.5. Superficie bajo algún tipo de convenio, acuerdo o protección.

En la siguiente tabla se compendian los datos de protección de todos los convenios internacionales y las iniciativas estatales de protección relativas a los ecosistemas marinos. Se trata de protecciones de muy diversa índole, con objetivos y alcances muy diferentes y, por tanto, implicaciones muy variadas en la protección del estos ecosistemas. Aún así, significa una revisión del nivel de interés y de protección de los ecosistemas marinos en España. Estas superficies se superponen en la mayoría de los casos y suman un total de 1.335.378,30 ha (Perfil Ambiental, 2009).

Figura de protección	Número de AMP	Superficie total (ha)	Superficie marina (ha)
PPNN	2	18.627,3	16.130,4
ZEPIM	9	148.483,5	96.610,4
LIC	68	855.608,9	611.635,1
ZEC	27	179.148,6	178.473,2
ZEPA	32	345.148,5	103.575,5
OSPAR	2	8.542	8.542
RMIP	10	530.648,7	526.686,3
WHC	1	76.711,4	4.962,02
MAB	11	1.422.145,7	119.172,6
RAMSAR	21	162.530,3	24.555,7

Leyenda: Parques Nacionales marítimo-terrestres (PPNN); Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM); Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), Zonas de Especial Conservación (ZEC) y Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) (Red Natura 2000); Red de Áreas marinas del Convenio OSPAR; Red de Reservas Marinas de España (RMIP); Lugares Patrimonio Mundial (World Heritage Centre, WHC); Reservas de la Biosfera (*Man and the Biosphere*, MaB) de la UNESCO; Sitios Ramsar (Convenio de Ramsar).



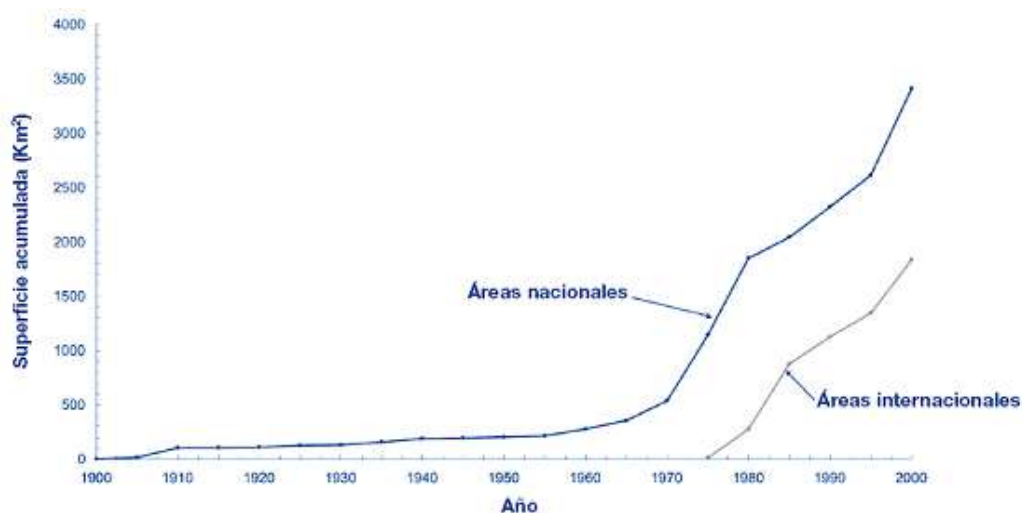


Figura 14.10. Evolución de la superficie de áreas bajo alguna figura de protección en España, que inició un ascenso rápido en los años 70 (WWF/Adena, 2005). En años recientes, convenios y acuerdos a todos los niveles han ido reconociendo paulatinamente la necesidad de centrarse más en la protección de los ecosistemas marinos y conservar de manera íntegra ecosistemas y especies, evitando así la pérdida de biodiversidad tan alarmante que sufren nuestros mares y protegiendo, a su vez, áreas, sobre todo fondos marinos, no estudiados aún.



Figura 14.11. Mapa de la distribución de las zonas marinas bajo alguna figura de protección en España (Perfil Ambiental España, 2009).

La Directiva Hábitats, una de las herramientas legislativas más importantes de la Unión Europea en cuestiones medioambientales, protege únicamente a 16 especies marinas o grupos. Un estudio pionero - Oceana, 2009- unifica todos los listados de convenios internacionales y reclama la protección de más de 400 especies marinas europeas. La propuesta incluye más de 60 géneros de corales y decenas de gorgonias, cuyo comercio internacional sólo está prohibido por el Comercio Internacional de especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Se advierte, además, que la representatividad de

especies marinas protegidas en Europa y en España es muy pequeña, ya que la Directiva Hábitats recoge alrededor de 1.182 especies, de las que sólo 14 (de dos taxones) son marinas.

El Catálogo Español de Especies Amenazadas es la principal herramienta en España para la protección de especies silvestres. Hasta ahora, en la revisión de 2006, sólo contenía 36 especies marinas frente a las casi 400 contenidas en los convenios internacionales de los que España toma parte y que claramente representan una ínfima parte de la biodiversidad marina con necesidades de protección, mayoritariamente mamíferos. La revisión del CNEA de 2011 (BOE, 2011) mejora esta situación, con casi 150 especies listadas tanto de flora como fauna, con una mayor representación de los invertebrados y peces, aunque aún muy desproporcionada frente a la de las aves y los mamíferos. A destacar la inclusión de diversas especies de tiburones, rayas y afines, hasta ese momento completamente olvidados y bajo severas amenazas. La representación de especies pesqueras sigue siendo inexistente, sólo la langosta herreña (*Panulirus echinatus*), que forma parte de las 35 especies de invertebrados incluidos en el Catálogo, es una de las pocas con interés comercial (Oceana, 2009).

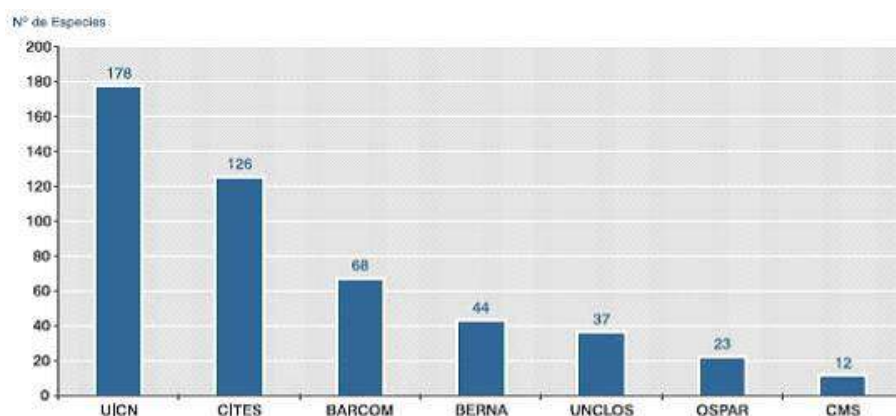


Figura 14.12. Representatividad de las especies marinas del anexo en los convenios de protección. (Oceana, 2009). La mayoría son mamíferos marinos como los delfines (*Delphinus delphis* y *Tursiops truncatus*, entre otros) o tortugas marinas (*Dermochelys coriacea*, *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata*), e incluso aves marinas, omitiendo, de forma casi generalizada, la protección de invertebrados o algas. Estas últimas son especialmente atípicas en los listados pese a las más de 124.500 especies censadas (Algabase, 2011) hasta el momento en todo el mundo. Tampoco suelen incluir peces marinos, excepto algunas especies de interés comercial, en muchos casos la causa de su inclusión es el mal estado en el que se encuentran. A pesar de la sobreexplotación de estas especies, los intereses económicos han desvirtuado los principios que rigen la inclusión o no de dichas especies en los acuerdos. De hecho, tanto el convenio de Berna como el CMS apenas recogen media docena de peces marinos de interés pesquero, y el de Barcelona en torno a una docena, siendo uno de los que más los consideran.

Muchas de las especies que son evaluadas en listas internacionales de protección de especies carecen después de protección legal vinculante, como sucede con el mero (*Epinephelus marginatus*), que está En Peligro; el cazón (*Galeorhinus galeus*) y el bacalao (*Gadus morhua*), ambos clasificados como Vulnerables por la fuerte explotación comercial (Oceana 2009). Dentro de las especies con necesidad de protección, se incluye un centenar de especies de rayas y tiburones, especialmente amenazados en el Mediterráneo, pero no presentes la Directiva Hábitats, ni muchos en el Catálogo Español hasta esta revisión de 2011, en la que se incorporan por primera vez, por ejemplo, el tiburón peregrino y el tiburón zorro, lo que implica que pasarán a contar con planes de conservación.

#### 4. Servicios suministrados. Métodos de evaluación y fuente de datos

El ecosistema marino ofrece un numeroso y variado grupo de servicios para el bienestar humano, muchos de ellos de carácter fundamental para la vida. Los ecosistemas marinos empezaron por dar alimento a las comunidades que vivían próximas a éstos, su papel modulador del clima local ofrecía resguardo en épocas adversas, las corrientes y vientos facilitaron la expansión de la especie humana por el planeta y el inicio del comercio por intercambio de bienes. Hoy en día el mar sigue siendo una fuente fundamental de servicios para la humanidad: proporciona servicios de abastecimiento de alimento y materias primas; también servicios de regulación, como la regulación del clima o de la hidrología; y finalmente servicios culturales, como el conocimiento tradicional de personas ligadas al mar o el conocimiento científico. Rara vez estos servicios vienen reflejados en las estadísticas económicas, pero representan uno de los sustratos fundamentales para el desarrollo de la vida en tierra firme y, por extensión, un sustrato indispensable para la economía.

Los ecosistemas marinos abastecen de servicios a la población española y a los turistas que visitan nuestro país. Estos servicios se dirigen especialmente a la mitad concentrada en el litoral, un 44% del total residente en España, (INE 2010) y de manera general a todos, ya que muchos de esos servicios repercuten tierra adentro (Castilla León y Madrid son de las CCAA con mayor consumo de pescado, por encima de la media estatal). Hay que tener en cuenta también a los visitantes esporádicos de nuestras tierras o turistas extranjeros, más 45 millones en 2009 (IET, 2010), los cuales se concentran en el litoral y disfrutan de muchos de los servicios de los ecosistemas marinos durante cierto tiempo cada año.

El número y tipo de servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas marinos se reflejan en la siguiente tabla (Tabla 14.6), donde se definen y se dan ejemplos, así como también se pondera su importancia para el bienestar humano.

Tabla 14.6. Ejemplos de los servicios más importantes, agrupados por tipos, que generan los ecosistemas marinos españoles para la sociedad.





Tipo	Servicios	Subservicio	Definición	Ejemplos e importancia
Abastecimiento (Contribución suministrada por la estructura biótica o geótica de los ecosistemas)	Alimentos  (Productos derivados de los ecosistemas y la biodiversidad que son consumidos por los seres humanos para obtener principios nutritivos, que les proveen de materia y energía)	Pesca profesional	Recolección de organismos marinos salvajes de manera profesional, consumidos por los seres humanos para obtener principios nutritivos, que les proveen de materia y energía.	Extracción de peces, crustáceos y cefalópodos.
		Marisqueo profesional	Recolección manual de marisco salvaje de manera profesional, consumidos por los seres humanos para obtener principios nutritivos, que les proveen de materia y energía.	Recolección de bivalvos (almeja, ostra, berberecho, mejillón), equinodermos (erizo), crustáceos (percebe).
		Acuicultura	Cultivo de algas marinas y cría o engorde de animales marinos consumidos por los seres humanos para obtener principios nutritivos, que les proveen de materia y energía.	Granjas de peces e invertebrados marinos y cultivos de algas marinas (alimentación y usos industriales como la producción de cloruro de Na o K)

Tipo	Servicios	Subservicio	Definición	Ejemplos e importancia
		Pesca y marisqueo no profesional	Recolección de organismos animales marinos salvajes de manera no profesional, consumidos por los seres humanos para obtener principios nutritivos, que les proveen de materia y energía.	Pesca tradicional no profesional y pesca recreativa
	Agua dulce		Agua dulce de calidad que suministran los ecosistemas marinos, mediante plantas desaladoras, para el consumo urbano, agrícola e industrial.	Agua procedente de la desalación de agua marina o de influencia marina.
	Materias primas de origen biológico		Elementos extraídos de los seres vivos que se transforman para elaborar bienes de consumo humano.	Recolección de algas de arribazón (para la obtención de agar, emulgentes de helados, champús); para alimento de acuicultura, fertilizantes, coral, esponjas, extracción de crudo.
	Materias primas de origen mineral		Materiales de origen mineral que se transforman para elaborar bienes de consumo humano.	Extracción de arenas de placeres, producción de sal.
	Energías renovables		Fenómenos de origen físico que sirven como fuente de energía para el consumo humano.	Producción de energía eólica en zonas litorales; energías undomotriz y mareomotriz; biocombustibles.
	Acervo genético		Reservorio genético que nos proporciona la diversidad del conjunto de seres vivos de utilidad actual y potencial	Información genética usada en biotecnología y medicina.
	Medicinas naturales, principios activos y biotecnología		Sustancias u organismos que poseen alguna propiedad beneficiosa para el ser humano.	Patentes españolas, ascidia de s'Estany des Peix en Formentera, thalassoterapia, Omega 3.
	Transporte marítimo		Capacidad del ecosistema marino de ser sustento para las comunicaciones.	Transporte de pasajeros; transporte de mercancías.
Regulación (Beneficios indirectos obtenidos a partir de la regulación de los)	Regulación climática  (Influencia de los ecosistemas y biodiversidad sobre el clima a escala global y local)	Global	Papel de los ecosistemas marinos en la regulación de los procesos que afectan al clima a nivel del Planeta.	Emisión y absorción de gases de efecto invernadero a la atmósfera
		Regional y local	Papel de los ecosistemas marinos en la regulación de los procesos que afectan al clima regional y local.	Influencia del mar sobre el régimen de precipitaciones; suavidad de las temperaturas, formación de nubes.
	Regulación de la calidad del aire		Influencia de los ecosistemas marinos sobre la calidad del aire	Retirada de contaminantes, humedad, brisa marítima.

Tipo	Servicios	Subservicio	Definición	Ejemplos e importancia
	Regulación hídrica		Influencia de los ecosistemas marinos sobre el ciclo del agua.	Aporte de ríos, evapotranspiración.
	Regulación de calidad del agua		Capacidad del mar para albergar residuos.	Vertidos al mar de aguas residuales urbanas, agua filtrada de la agricultura.
	Regulación morfosedimentaria		Influencia de ciertos procesos marinos en la creación de suelo y en la morfología del fondo marino y del litoral.	Producción de arena biogénica, entrada y salida de sedimentos; erosión litoral; formación del suelo
	Fertilidad del medio		Capacidad del medio marino para proporcionar los nutrientes necesarios para la vida.	Fijación de N <sub>2</sub> ; afloramientos de nutrientes; recepción de nutrientes procedentes de los ríos.
	Regulación de las perturbaciones naturales		Papel de los ecosistemas marinos en la regulación de las perturbaciones naturales que pueden afectar al ser humano.	Freno de el hidrodinamismo por las praderas de angiospermas; las costas de acumulación reducen los efectos de los temporales sobre el litoral.
	Control biológico		El equilibrio dinámico de los ecosistemas marinos previene a éstos de sufrir las consecuencias de la entrada de especies invasoras o plaga.	Especies vegetales potencialmente invasoras ( <i>Posidonia oceanica</i> vs. <i>Caulerpa taxifolia</i> y <i>C. racemosa</i> , <i>Sargassum muticum</i> )
Culturales (Beneficios no materiales obtenidos por el contacto con los ecosistemas)	Conocimiento científico		Contribución de los ecosistemas marinos al aumento del conocimiento científico.	Descubrimiento de nuevas especies; conocimiento de la dinámica de procesos ecológicos para el bienestar humano (dinámica de poblaciones de especies comerciales).
	Conocimiento ecológico tradicional		Contribución de los ecosistemas marinos al aumento del conocimiento ecológico a nivel local.	Conocimiento/usos del especies marinas; dominio de las mejores épocas para uno u otro tipo de pesca; artes de pesca según especies objetivo; cuentos, leyendas, refranes, etc. que hacen referencia al mar.
	Identidad cultural y sentido de pertenencia		Influencia de los ecosistemas marinos en la creación y mantenimiento de identidad cultural y sentido de pertenencia de las poblaciones de su ámbito.	Fiestas populares; los diferentes usos del mar han motivado la creación de diversas asociaciones, cofradías, etc.; puestos de trabajo generados por el ecosistema marino.
	Disfrute espiritual y religioso		Capacidad de los ecosistemas marinos para evocar sentimientos y/o pensamientos de tipo espiritual y/o religioso.	Los cetáceos marinos nos hacen sentir grandes cosas aún si nunca los hemos visto en vivo.

Tipo	Servicios	Subservicio	Definición	Ejemplos e importancia
	Paisaje-Servicio estético		Capacidad de los ecosistemas marinos para proporcionar el contexto adecuado para el goce a nivel estético.	El paisaje marino desde el litoral o desde alta mar; puestas de sol en el mar; Virgen del Carmen, Stella maris.
	Actividades recreativas y ecoturismo (Toda aquella actividad de ocio que se realice en los ecosistemas marinos)	Turismo de naturaleza	Actividad que implica el desplazamiento temporal de personas hacia una zona marina por su atractivo natural.	Ornitólogos que buscan aves marinas; avistamientos de cetáceos; visitantes de AMPs; buceo, snorkel.
		Turismo de navegación	Actividad que tiene en la navegación su mayor motivación.	Paseos en velero, embarcaciones motoras, esquí acuático, cruceros, etc.
		Pesca recreativa	Actividad de ocio que implica la pesca o recolección de seres vivos marinos.	Pesca con caña desde el litoral, pesca subacuática, concursos de pesca, etc.
		Turismo de playa	Actividad de ocio que motiva el desplazamiento temporal de personas hacia zonas de playa.	Lugares de veraneo masivos, playas vírgenes, etc.
	Educación ambiental		Contribución de los ecosistemas marinos a actividades de tipo educativo.	Escuelas de mar, museos marítimos, programas educativos en AMPs, etc.

La importancia de los servicios se ha evidenciado con los siguientes colores:

	Alta
	Alta-media
	Media-baja
	Baja
	No aplicable

Para evaluar los servicios de los ecosistemas marinos se han recopilado datos procedentes de administraciones públicas, tanto locales como internacionales, asociaciones de empresarios e informes técnicos, mayoritariamente. Para ciertos servicios e indicadores la descentralización de la información ambiental ha dificultado enormemente la compilación del conjunto de datos de España. Los indicadores de estado del medio marino y de sus servicios, muchas veces, son inexistentes o no existe una serie temporal larga, y mucho menos un sistema de indicadores para observar tendencias. Es más frecuente encontrar indicadores de presión a la que está sometido el servicio o incluso indicadores de respuesta a esta presión. Esta desviación de la información tiene origen en el no valor de mercado de algunos de estos servicios. Indudablemente todos y cada uno de los servicios proporcionan beneficios para el bienestar humano, beneficios no siempre intercambiables, algunos tan importantes como los servicios de regulación, con poco valor de mercado.

Otras veces lo que ocurre es que sí existen esos datos pero no se encuentran disponibles, ya sea porque no han salido a la luz (a la espera de ser publicados o no), porque han quedado olvidados en algún cajón o bien porque, tristemente, forman parte de un volumen desconocido de información que flota en una especie de limbo, ya que se invierte dinero, tiempo y trabajo en generar datos pero luego no parece que

éstos existan realmente, seguro que por una variada serie de razones. El hecho de que existan instrumentos estratégicos, e incluso legales, que tratan el derecho de los ciudadanos a acceder a la información pública, especialmente la ambiental, no parece haber hecho suficiente mella en nuestro país. Otro factor negativo es la todavía escasa capacidad de cooperación que existe, de manera general, en administraciones y otras entidades, donde la competitividad puede llegar a jugar en contra de la consecución de objetivos, con poca motivación por compartir datos, haciendo complejo el trabajo multidisciplinar y a largo plazo.



Tabla 14.7. Indicadores y datos utilizados para la evaluación de los servicios..

Tipo	Servicio	Sub-servicio	P-E-R	Indicador	Fuente	Serie	Unid.
Abastecimiento	Alimentación	Pesca profesional	E/P	Stocks estudiados sobrepecados	EEA, 2010		Núm.
			E/P	Stocks estudiados dentro de los límites biológicos seguros	EEA, 2010		Núm.
			E/P	Stocks estudiados fuera de los límites biológicos seguros	EEA, 2010		%
			E/P	Stocks estudiados dentro de los límites biológicos seguros	EEA, 2010		%
			P	Variación del núm. de la flota artesanal	MARM, 2010	2000-2007	%
			E	Nivel trófico medio de la capturas	Pauly <i>et al.</i> 2000	1950-2000	
			E	Biomasa reproductora de atún rojo del Atlántico oriental	SCRS ICCAT, BFT stock assessment	1995-2007	t
			E	Cuenta de resultados directos de gestión y actividad de la Pesca Marítima	MAPA-SGEA (Encuesta de Indicadores Económicos de la Pesca Marítima)	2006	Millones de Euros
			P	Potencia arqueo y numero de buques de la flota pesquera española	Libro blanco de la pesca 2009	1993-2005	kW y Gt
			E	Variación de la producción de la industria de transformación de productos marinos	Libro Blanco de la Pesca, 2009	1996-2005	%
			E	Variación del valor de la producción de la industria de transformación de productos marinos	Libro Blanco de la Pesca, 2009	1996-2005	%
			E	Afiliados SS del sector transformación del pescado personas	Libro Blanco de la Pesca, 2009	2008	Núm.
			P	Consumo medio de pescado por habitante y año	FROM, 2005	1987-2005	Kg/habitante/año
			R	Arrecifes instalados por las CCAA y las SGM-MARM en aguas españolas	Perfil Ambiental España 2009	1978-2007	Núm.
		Marisqueo	E	Producción de almeja fina en Galicia	Santasmarinas, 2006	1998-2004	Miles t
			E/P	Permisos de marisqueo concedidos en Galicia	Barral, 2010	2005-2009	Núm.
			E	Precio de la almeja fina, babosa y japonesa	Santasmarinas, 2006	1994-2001	Miles Euros
		Acuicultura	E	Producción total acuícola española	FAO	1990-2004	t
			E	Evolución de las producciones y tasa de variación interanual de los pescados marinos de crianza mayoritaria (corvina, dorada, anguila, rodaballo, lubina)	APROMAR, 2009	1984-2009 y previsión para 2010	t y %
			E	Ingresos generados por la acuicultura	JACUMAR, 2008	2007	€/año
			E	Afiliados a la SS en la industria acuícola	Barazi-Yeroulanos, 2010	2007	Núm.
			E	Producción de mejillón	JACUMAR, 2008	2003 2007	t



Tipo	Servicio	Sub-servicio	P-E-R	Indicador	Fuente	Serie	Unid.
	Pesca no profesional		P	Capturas totales pesca recreativa de bajura por CCAA	Tragsatec, 2004	2004	t/año
			P	Capturas totales pesca recreativa de altura por CCAA	Tragsatec, 2004	2004	t/año
			P	Relación entre capturas de pesca recreativa y capturas pesca profesional en Baleares	Morales <i>et al.</i> , 2005	2002	%
			E	Núm. de titulares de licencia recreativa de pesca por CCAA	Tragsatec, 2004	2004	Núm./año
	Agua dulce		E/P	Producción de agua desalada	Ministerio de Fomento, CEDEX, 2006	1990-2009 y previsión del año 2009	hm³/día
			E/P	Capacidad de desalación por CCAA	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)	2007	m³/día
			P	Consumo de agua	Estadísticas e indicadores del agua, INE	1996-2006	L/habitante/día
				Población beneficiaria del agua de desaladora	Encuesta sobre el Suministro y Saneamiento del Agua, 2006	2006	%
	Materiales de origen biológico	Arribazón de algas	P	Extracción de <i>Gelidium sesquipedale</i> en Asturias			t en peso húmedo
		Crudo	P	Extracción de crudo de la plataforma marina de Tarragona y Vizcaya	Estadística de Prospección y Producción de Hidrocarburos. Subdir.Gral. de Hidrocarburos. Ministerio de Economía	1998-2002	t
			P	Extracción total de crudo	INE	2003	t
	Materiales de origen geótico	Arenas	E/P	Extracción anual de arenas de placeres	OSPAR	1990-2007	m³/año
			P	Media del material aportado a las playas		1990-1999	m³/año
		Sal	P/E	Producción de sal marina	INE	1995-2007	t/año
			P/E	Producción de las salinas	Duarte, 2010		t de sal/Ha(año)
	Energía	Energía eólica	E	Potencia eólica generada por CCAA	Asociación Empresarial Eólica, 2009		MW
			E	Potencia eólica acumulada	Asociación Empresarial Eólica, 2010	1999-2009	MW
	Acervo genético		E	Especies marinas mundiales sujetas a diferentes usos	Arrieta <i>et al.</i> , 2010	2010	Núm.

Tipo	Servicio	Sub-servicio	P-E-R	Indicador	Fuente	Serie	Unid.
	Medicinas naturales y principios activos		E	Patentes españolas relacionadas con macroalgas	Mazarraza, datos no publicados	1999-2008	Núm. y descripción
	Transporte marítimo		E/P	Tráfico portuario español	Cajamar, 2002	1950-2001	Millones t/año
			E/P	Tráfico portuario español	Cajamar, 2002	2001-2009	Millones t/año
			E	Coste energético del transporte marítimo, aéreo, por carretera, ferroviario	Duarte, 2010		t CO <sub>2</sub> /km
			E	Tráfico marítimo de pasajeros	Cajamar, 2002	1990-2000	Miles de pasajeros
Regulación	Regulación climática	Global	E	Evolución de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en España	Indicadores ambientales MARM, 2009	1991-2007	Kt de CO <sub>2</sub>
			E	Capacidad del océano para captar gases de efecto invernadero	Bindoff <i>et al</i> , 2007	1980-2005	%
	Regulación de la calidad del agua		P	Vertidos al agua totales, de suministro y tratamiento	INE, 2010	2000- 2006	t
			E	Grado de conformidad de con la Directiva Europea relativa al tratamiento de las aguas residuales urbana	Perfil Ambiental, 2009	1996-2009	%
			P	Ingesta de metales pesados en algunas provincias españolas	Hardisson de la Torre		Micro gr./día
			P	Niveles de plaguicidas en peces marinos	Sánchez <i>et al.</i> , 1993		ppb
			E	Evolución de la calificación de los puntos de muestreo en España	Perfil Ambiental, 2009	1990-2009	%
	Regulación morfosedimentaria		P/E	Costa afectada por serios impactos de erosión	Eurosion, 2006	2001	%
			P/E	Mapa de la exposición de las regiones costeras de España frente la erosión	Eurosion, 2006		
			R	Carga económica de fondos públicos nacionales y regionales para la regeneración de playas	Dirección General de Costas, 2008	2004-2008	Euros
	Control biológico		P	Contribución de la especies invasoras a la extinción de otras especies	WWF- España/Adena, 205		%
			P	Macrófitos marinos introducidos presentes en el Mediterráneo	Bordouesque y Verlaque, 2002		Núm.
			P	Tasa de introducción de especies en el Mediterráneo	Bordouesque y Verlaque, 2002	Principios s.XX- actualidad	Taxa/año

Tipo	Servicio	Sub-servicio	P-E-R	Indicador	Fuente	Serie	Unid.
Culturales	Conocimiento científico		E	Disciplinas en las que han publicado artículos relacionados con el medio marino en España	Duarte, 2006	1994-2004	Núm.
			E	Producción científica en ciencias y tecnologías marinas en España	Duarte, 2006	1981-2002	Núm.
			E	Número de autores por documento científico-técnico marino	Duarte, 2006	1994-2004	Núm.
			E	Factor de impacto medio del área científico-técnica marina	Duarte, 2006	1994-2004	Núm.
	Conocimiento tradicional		E	Artes menores artesanales se siguen usando en la actualidad en España	Libro blanco de la pesca, 2009		Núm.
			E	Pescadores que utilizan diferentes artes de pesca recreativa	Tragsatec, 2004		%
			E	Refranes que hacen relación al medio marino	<a href="http://personales.ya.com/refranero/principal.htm">http://personales.ya.com/refranero/principal.htm</a>		Núm.
	Identidad cultural y sentido de pertenencia		E	Edades de los mariscadores	Plataforma Tecnológica da Pesca, en Galicia		%
			P	Trabajadores totales y del Régimen Especial del Mar, afiliados a la Seguridad Social y en alta laboral	Ministerio de Trabajo e Inmigración		Miles de afiliados
			P	Pérdida de puestos de trabajo en la pesca en Europa	Comisaría europea de Pesca	1986-2007	%
			R	Recursos públicos destinados a la pesca en Europa	Comisaría europea de Pesca	2000-2006	Euros
			E	Grado de asociacionismo en el sector extractivo/productor	MARM, 2010	2010	Núm. asociaciones
			E	Asociaciones y federaciones de pesca deportiva	MARM, 2010	2010	Núm. asociaciones
	Paisaje y disfrute estético		E/P	Población española que vive en municipios costeros	INE, 2010	1960-2010	%
			E	Ingreso del PIB de la economía española de 2010 que proviene del turismo	INE y EXCELTUR, 2010	2010	%
	Actividades recreativas y ecoturismo	Turismo náutico	E	Ingreso del PIB de la economía española de 2010 que proviene del turismo	INE y EXCELTUR, 2010	2010	%
			E	Población activa ocupada en el sector turístico	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2010	2010	%
			E/P	Potencial de turistas náuticos en los mercados del Reino Unido, Alemania, Francia, Bélgica, Holanda, Dinamarca, Suecia, Noruega y Finlandia	Turespaña, 2006	2005	Núm.
			E/P	Puertos por CCAA	CAEB y INESTUR, 2008	2006	%
			E/P	Crecimiento de puertos deportivos en España	CAEB y INESTUR, 2008	1976-2007	Núm.

Tipo	Servicio	Sub-servicio	P-E-R	Indicador	Fuente	Serie	Unid.
			E/P	Amarres disponibles	CAEB y INESTUR, 2008	1976-2007	Núm.
			E/P	Evolución de la flota de embarcaciones de recreo en España y Baleares	CAEB y INESTUR, 2008	1965-2005	Núm.
			E/P	Titulaciones emitidas para el gobierno de embarcaciones	CAEB y INESTUR, 2008	2000-2005	Núm.
		Pesca recreativa	E/P	Ingreso administrativo de las CCAA del arco mediterráneo por las tasas de licencias de pesca desde embarcación emitidas o renovadas	Tragsatec, 2004	2003	Euros
			E	Valor añadido de la pesca recreativa	Tragsatec, 2004	2003	Euros
			E	Gasto medio de turistas de pesca recreativa en Baleares	Cardona, 2009	2008	Euros/pers ona
		Turismo de sol y playa	E	Crecimiento del turismo en España	IET-FRONTUR, 2010	2009	Núm. turistas
			E	Turismo del litoral respecto al total	IET-FRONTUR, 2010	2009	%
			E/P	Turistas por km de costa en CCAA	IET/INE, 2010	2009	Núm.
		Ecoturismo	E	Visitantes en los dos Parques Nacionales marítimo-terrestres	Europarc-España, 2010	2008-2009	Núm.
	Educación ambiental		E	Actividades de EA en las Reservas Marinas	Subdir. Gral de Recursos marinos y acuicultura, MARM, 2011	2010	Núm.

## 5. Condiciones y tendencias de los servicios evaluados

A continuación se realiza la evaluación del estado de los diferentes servicios de los ecosistemas identificados, presentes en la tabla 14.7, así como un análisis de la tendencia que han seguido en los últimos 50 años. Las limitaciones a la hora de llevar a cabo esta tarea han sido explicadas en el punto anterior, por lo que no todos los servicios gozan de la información necesaria como para realizar un análisis profundo. En los casos en que nos hemos encontrado con carencias de datos, la opinión de experto ha sido clave para poder cubrir ese vacío. También ha habido casos en los que no ha sido posible más que una breve explicación del servicio, sin apenas análisis posterior, pero que se justifica por querer explicar al menos su importancia para nuestro bienestar.

### 5.1. Servicios de abastecimiento

#### 5.1.1. Alimentación

El primer uso consciente de los humanos de los ecosistemas marinos fue el de la provisión de alimentos mediante la recolección en el litoral -el marisqueo- y ha seguido evolucionando inicialmente con el desarrollo de la pesca y más recientemente de la acuicultura. La ingestión de alimento de origen marino no es sólo una fuente de calorías y proteínas, si no que tiene importantes efectos beneficiosos para la salud humana, hecho por el cual la sociedad española -entre otras causas- está entre las que más alimento de origen marino, y más variado, consume *per capita*. Además del beneficio del servicio de alimentación en la provisión de energía para desarrollar las funciones vitales de la sociedad que consume alimentos marinos, este servicio tiene implicaciones en la identidad y experiencia cultural, así como motor de economía por los puestos de trabajo que el sector genera.

##### 5.1.1.1. Pesca

La situación de la pesca extractiva es de crisis general, con base ecológica -agotamiento y desestructuración de las poblaciones objeto- y con consecuencias negativas a nivel socioeconómico. Aun así, España sigue estando dentro de los países que más productos marinos consume y a su vez exporta, por lo su flota faena, también en aguas fuera del ámbito estatal.

El subservicio de pesca en España es, sin duda, el que más relevante ha sido históricamente, tanto económica como socialmente. Por ejemplo, el papel de la pesca en la economía global gallega supone el 10% del PIB, dato que a nivel europeo solo es superado por Islandia. Aunque hoy en día sigue siendo muy importante económicamente, otras fuentes de abastecimiento como la acuicultura ha pasado a igualarle en importancia, así como otros servicios en auge en España en las últimas décadas, como el turismo. La pesca tiene peso para la sociedad española no sólo por el abastecimiento de productos para la alimentación, sino también por la cantidad de puestos de trabajo generados relacionados con el sector (extracción, transformación y comercialización) y también a nivel socio-cultural y de identidad de la comunidad.

España es un gran consumidor de pescado y se sitúa el segundo en el consumo *per capita* en la UE, detrás de Portugal. El consumo de productos de origen marino se ha visto incrementado en los últimos años, se ha pasado de una media de 30 kg de pescado por habitante al año en 1987 a 39 kg/hab/año en 2007 (Martín, 2008). En un estudio realizado por el MAPA (2004) se muestra que un 47% de las personas encuestadas afirma consumir pescado 2 ó 3 veces por semana y el 69% señala que la razón por la que compra productos pesqueros es porque los considera necesarios para llevar una dieta sana.



Imagen 14.4. La explotación de las especies de peces de interés comercial por encima de su capacidad de carga disminuye la capacidad de generar uno de los servicios esenciales de abastecimiento de los ecosistemas marinos: el suministro de alimentos. Puestos de pescado en el mercado de la Boquería de Barcelona (Manel Royo).

Pero la sobreexplotación de este servicio, tanto a nivel local y regional como global, ha sumido al sector de la pesca en una crisis causada de la reducción del capital natural del que se nutre. En los últimos diez años, la evolución de las capturas de pesca de la flota estatal ha disminuido notablemente, del orden de un 35% entre 1985 y 2004 (FAO). Según los últimos datos disponibles, en las aguas europeas un 72% de las especies comerciales se explotan por encima del rendimiento máximo sostenible, 59% de las especies comerciales de las que se dispone de información está por debajo de los mínimos de seguridad biológica, un 14% por debajo del nivel de emergencia (es decir, que deberían dejar de explotarse si se quiere tener opción de recuperación) (EEA, 2010). A nivel socioeconómico, la sobreexplotación mina la rentabilidad ya que exige mayor esfuerzo pesquero para garantizar una mínima renta con la que pagar los gastos fijos y unos costes de operación cada vez más altos (en buena parte por la subida progresiva del gasóleo, que va a empeorar en las próximas décadas con el pico del petróleo).

Existe una tendencia al alza de la tasa de mortalidad por pesca, lo que ha producido una reducción de las cantidades de peces maduros que, en algunas poblaciones, se mantienen por debajo de los niveles mínimos necesarios. Los servicios de abastecimiento pesqueros infraexplotados y explotados moderadamente han disminuido ligeramente, el número de poblaciones plenamente explotadas se mantiene relativamente estable y el número de poblaciones sobreexplotadas, agotadas y en recuperación está aumentando ligeramente. En todas las pesquerías de túnidos se recomienda la reducción de la captura de juveniles (MARM, 2009).

Tabla 14.8. Condición de los stocks españoles por zonas FAO.

Por regiones, en el Mar Cantábrico las capturas han disminuido un 11,47%. En el Mediterráneo y Mar Negro, también han disminuido un 8,88%. El descenso ha sido mayor aún en la zona de Canarias, un 37,50%, mientras que han aumentado un 12,95% las capturas realizadas en el Golfo de Cádiz y Portugal (Libro Blanco de la pesca, 2009).

Año 2006 / Mar	Nº stocks estudiados sobrepescados	Nº stocks estudiados dentro de los límites biológicos seguros	% stocks estudiados fuera de los límites biológicos seguros	% stocks estudiados dentro de los límites biológicos seguros
Península Ibérica	2	4	33%	67%
Bahía de Bizkaia	2	3	40%	60%
Islas Baleares	9	6	60%	40%
Área 37 del atún	1	1	50%	50%



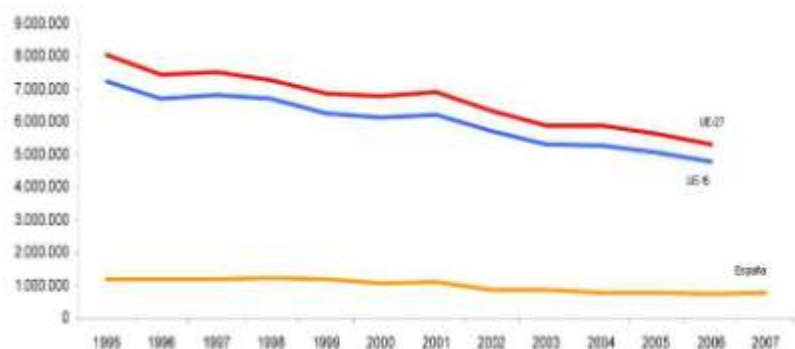


Figura 14.13. Capturas de pescado (miles t) extraídas por la flota pesquera española durante los años 1995-2007 (Eurostat). La evolución de las capturas de pesca totales de la flota estatal ha disminuido notablemente, del orden de un 30% entre el 1995 y 2007.

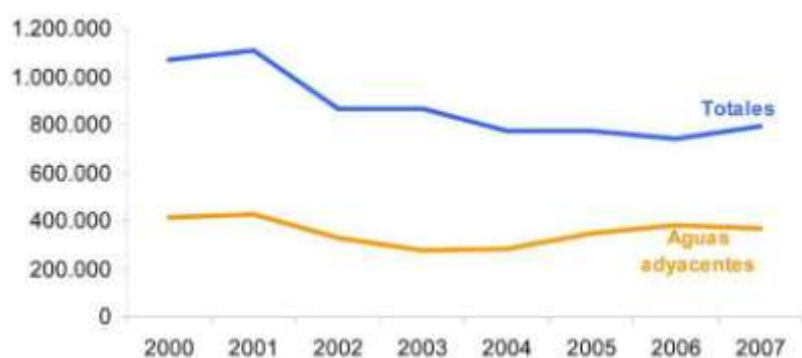


Figura 14.14. Capturas de la flota española (t) totales y en aguas adyacentes al territorio español (Eurostat). Incluye las capturas totales y las procedentes de los ecosistemas marinos circundantes al territorio estatal hasta 200 millas de la costa (aguas adyacentes) distribuidas por áreas de pesca (Cantábrico-Noroeste, Golfo de Cádiz, Canarias y Mediterráneo).

Este descenso de las capturas y las nuevas reglamentaciones han provocado la reducción de un 18% de la flota artesanal entre los años 2006 y 2009, habiendo 1.813 buques de pesca de artes menores que han dejado de faenar (Libro blanco de la pesca, 2010).

Tradicionalmente las especies de mayor valor comercial, las que más se han explotado, han sido las de niveles tróficos superiores. Su sobreexplotación ha conducido a una reducción del nivel trófico medio de las comunidades de los ecosistemas marinos, con consecuencias drásticas para el equilibrio ecológico marino y las implicaciones que ello conlleva sobre el bienestar humano (Pauly *et al.*, 1998).

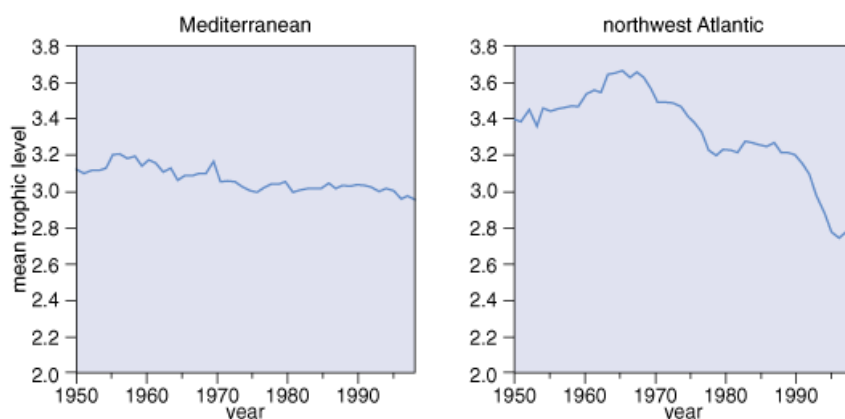


Figura 14.15. El nivel trófico medio de la capturas para las regiones Mediterránea y el Atlántico NE, establecidas por la FAO, ha disminuido en los últimos 50 años, especialmente en el Atlántico NE. (Pauly *et al.* 2000).

#### Ejemplo de sobreexplotación del atún rojo en el Mediterráneo

En 2001 la Unión Europea y la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT) establecieron para el atún rojo un *Total Allowable Catch* (TAC) conjunto para el Atlántico y Mediterráneo de 18.590 t correspondiendo a España una cuota de 6.365 t. En los años sucesivos se han mantenido niveles similares. A pesar de las grandes incertidumbres sobre los datos disponibles, se considera que la mortalidad por pesca es superior a la que produciría el rendimiento máximo por recluta. Por otra parte, la captura de juveniles influye negativamente en la evolución del stock. La recomendación de ICCAT de elevar la talla mínima de 6,4 a 10 kg es insuficiente, ya que la especie no alcanza la madurez sexual hasta los 30 kg de peso. Desde ICCAT se apunta a que en el año 2007 se pudieron capturar en torno a las 60.000 t de atún en el Mediterráneo, de las cuales más de la mitad serían ilegales, ya que la Captura Total Permitida (TAC) para ese año era de 29.500 t. Un año antes, en 2006, las capturas totales fueron aproximadamente de 50.000 t, de las cuales 20.000 eran ilegales y unas 30.000 t correspondían al TAC autorizado. En base a estos y otros datos, en el año 2007, la UE inició el plan de recuperación del atún, que encuentra entre sus principales medidas una disminución de las capturas totales y del periodo de captura, un aumento de las tallas mínimas de los peces (30 kg) y el establecimiento de un mayor control sobre la pesca. En 2010 le ha correspondido a España un TAC de 2.526 t, un 40% menos de lo permitido en 2009.

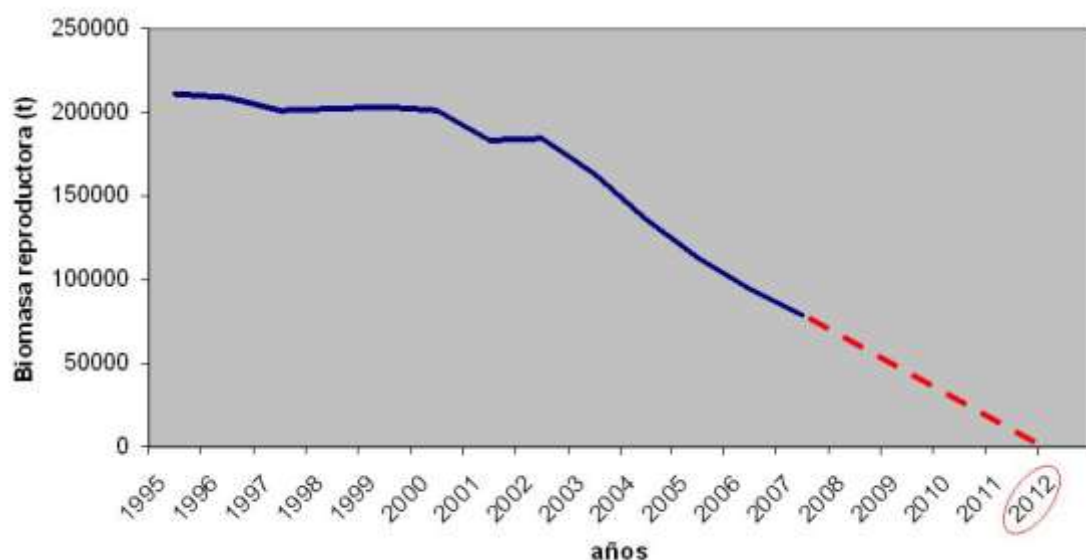


Figura 14.16. La población reproductora de atún rojo del Atlántico oriental se ha reducido a la mitad en 5 años y se podrían extinguir virtualmente en 2012. (Datos de 1995 al 2007 procedentes de SCRS ICCAT, BFT *stock assessment*, la predicción hasta el 2012, estimada por WWF).

Como consecuencia de esta crisis del capital natural objeto de extracción pesquera, la flota pesquera española también se ha sumido en una crisis de rentabilidad por diversas razones: agotamiento de los servicios de abastecimiento explotados tradicionalmente, elevación de los costes (especialmente el precio del fuel), desaparición de las principales subvenciones, pérdida de calidad laboral, problemas de abastecimiento de mano de obra y reducción de las posibilidades de pesca que la política común de pesca de la UE asigna a España. Una consecuencia importante del círculo vicioso de la sobreexplotación, la sobrecapacidad y la baja resiliencia económica es la alta presión política para aumentar las oportunidades de pesca a corto plazo, sobre todo a través de subvenciones, lo cual ha derivado en un mantenimiento artificial de la rentabilidad de la industria (Comisión Europea, 2009).

La flota española se divide por caladeros y éstos, a su vez, por actividad. Así nos encontramos con la flota del caladero estatal, cuyo ámbito de actuación es objeto de este estudio, que se trata de una flota de bajura y las flotas que no faenan en aguas estatales: la Flota de altura y gran altura que faena en caladeros no comunitarios, Caladeros del Oeste de Irlanda, Gran Sol y Golfo de Vizcaya, Caladero de Portugal y la Flota de palangre de superficie de aguas internacionales.

España, mediatizada por la ictiofagia tradicional de su población y a pesar de la escasez de los servicios de abastecimiento pesqueros de su litoral, ha extendido el área de acción de su flota pesquera sobre caladeros cada vez más alejados. Este hecho supone que para poder abastecer la demanda española de consumo de productos marinos se ha de recurrir al capital natural de otros países, obteniendo así los beneficios de sus riquezas pero trasladando los impactos.

Tabla 14.9. Cuenta de resultados directos de gestión y actividad de la Pesca Marítima en el 2006 (Millones de Euros)

Se observa que los ingresos procedentes de las extracciones de aguas estatales representan el 51% del total de los ingresos por pesca, aunque la cantidad de biomasa desembarcada de recursos no estatales supere los desembarcos estatales. (MAPA-SGEA).

	Aguas NACIONALES	Aguas NO NACIONALES	TOTAL SECTOR
Ingresos Totales (Directos)	839,66	799,30	1.638,97
Margen de Contribución (Directo)	820,96	766,42	1.587,37
Resultado (Directo) de la actividad pesquera	168,66	77,73	244,39

El Caladero Estatal comprende las aguas bajo jurisdicción españolas en el Atlántico y en el Mediterráneo, la Zona Económica Exclusiva del Atlántico y la Zona de Protección Pesquera del Mediterráneo. La plataforma continental española se caracteriza en general por su estrechez, encontrándose los 200 metros de profundidad entre 15 y 30 millas de la costa en el Atlántico. En el Mediterráneo la isobática de 50 metros se encuentra a una distancia media de 3 millas de la costa. En el archipiélago canario es prácticamente inexistente. La pesca de bajura se lleva a cabo, debido a esta circunstancia, a pocas horas de navegación del puerto base y la duración de las mareas no suele superar las 24 horas en el Atlántico y las 12 en el Mediterráneo, con pocas excepciones.

El Caladero Estatal se subdivide, a su vez, en otros cuatro caladeros:

- 1) Caladero del Cantábrico y Noroeste.
- 2) Caladero del Golfo de Cádiz.
- 3) Caladero del Mediterráneo: comprende tanto las aguas españolas como internacionales situadas al este del meridiano de Cabo Tarifa, incluyendo las Islas Baleares, la Isla de Alborán y la Zona de Protección Pesquera del Mediterráneo.
- 4) Caladero de Canarias.

Tabla 14.10. Características de las cuatro regiones de los caladeros nacionales (MARM, 2009).

1) Recursos del Caladero del Cantábrico y NO	2) Recursos del Caladero del Golfo de Cádiz.
<p>-La pesquería de fondo (o demersal) está sometida a una tasa de explotación alta, alcanzando algunas especies situaciones de sobrepesca. Las especies en situación de sobrepesca son la merluza, la cigala y los rapés.</p> <p>-El jurel y la bacaladilla, base de la pesquería de arrastre, parecen estables.</p> <p>-Las capturas de sardina han descendido notablemente en los últimos años, aunque parece que el stock va recuperándose.</p> <p>-La anchoa parece estar actualmente en riesgo de capacidad reproductora reducida debido al bajo nivel de la biomasa en la mar. El año 2005 se cerró la pesquería.</p> <p>-El bonito o atún blanco se encuentra en un estado muy próximo al de plena explotación.</p>	<p>-La pesquería demersal está sometida a un alto grado de explotación, aunque las capturas de merluza, lenguado y acedía mantienen niveles constantes en los últimos años.</p> <p>-La gamba, que constituye una de las principales capturas de la flota de arrastre dado su alto valor comercial, presenta grandes fluctuaciones.</p> <p>-Las capturas de cigala del Golfo de Cádiz, han descendido sensiblemente en el último decenio.</p> <p>-La evolución de las capturas y los índices de abundancia del jurel están en situación de declive.</p> <p>-La caballa, sin embargo, ha invertido su tendencia descendente.</p> <p>-La sardina es la segunda especie en importancia para esta flota. Las capturas han aumentado en los últimos años. La población parece encontrarse en buen estado.</p>
3) Recursos del Caladero Mediterráneo	4) Recursos del Caladero de Canarias
<p>-Las especies demersales como la merluza y los salmonetes muestran un estado de fuerte sobrepesca de crecimiento, lo que quiere decir que los tamaños de los ejemplares capturados son pequeños en relación con el crecimiento potencial de las especies y pueden estar originando tamaños de los stocks de reproductores demasiado débiles para asegurar reclutamientos adecuados.</p> <p>-La situación de la gamba roja del Mar Balear, del Canal de Ibiza y de la plataforma de la Isla de Alborán es de ligera sobre-explotación y la recomendación científica es reducir el esfuerzo.</p> <p>-De la sardina y boquerón hay una disminución progresiva de las capturas en el último decenio.</p> <p>-El Atún rojo es la única especie sometida, en el Mediterráneo, al sistema de TACs y CUOTAS. Se captura tanto en el Atlántico Este (Golfo de Vizcaya) como en el Mediterráneo, considerándose un único stock. Se considera que la mortalidad por pesca es superior a la natural. Los actuales niveles de captura no son sostenibles a largo plazo con el actual patrón de selectividad y con el actual nivel de mortalidad por pesca.</p>	<p>-Las pesquerías demersales de Canarias se reducen a las de carácter marcadamente artesanal dirigidas, principalmente, a especies de roca (lábridos, espáridos, etc.).</p> <p>-La situación geográfica del Archipiélago y las condiciones oceanográficas de las aguas que lo rodean permiten la llegada de muchas de las especies de túnidos existentes, constituyendo, en su conjunto, el principal servicios de abastecimiento pesquero de las Islas. Las distintas especies de túnidos capturadas en Canarias, no constituyen un recurso local, sino que forman parte de los distintos stocks atlánticos.</p> <p>-En cuanto a pequeños pelágicos, la flota de cerco canaria venía tradicionalmente simultaneando la actividad en aguas del archipiélago y del banco sahariano, capturando fundamentalmente sardina y jurel.</p>

La flota pesquera española en su conjunto es la más importante de la Unión Europea y una de las más importantes del mundo. En la Unión Europea (de 15 estados miembros), la flota pesquera española supone el 25% del arqueo total y el 16,5% de su potencia. Dos características básicas de la misma son:

- 1) Tiene un segmento de flota congeladora que es muy significativa a nivel mundial (que no se va a tratar en esta EME ya que mayoritariamente no explota el capital natural español).
- 2) Orienta su actividad a satisfacer -preferentemente- la demanda de un importante mercado de productos pesqueros y de larga tradición como el español, efectuando un volumen de capturas de mayor valor económico que de volumen físico.



Imagen 14.5. Las maneras de aprovechar el servicio de abastecimiento de alimento a través de la pesca han ido sufriendo transformaciones a lo largo de las últimas décadas en España, hasta llegar a la situación actual en la que conviven desde pescadores artesanales hasta pesqueros industriales. Pescador armando el arte de palangre (Noelia Cuervo).

La flota pesquera española ha sufrido una espectacular reestructuración desde el 1993 hasta el 2005 tanto en número de buques como en potencia y arqueo. Del total de los buques inscritos, 10.733, un 95,43% faenan en el caladero estatal y 514, un 4,57% lo hacen en aguas de otros países (aguas comunitarias y terceros países).

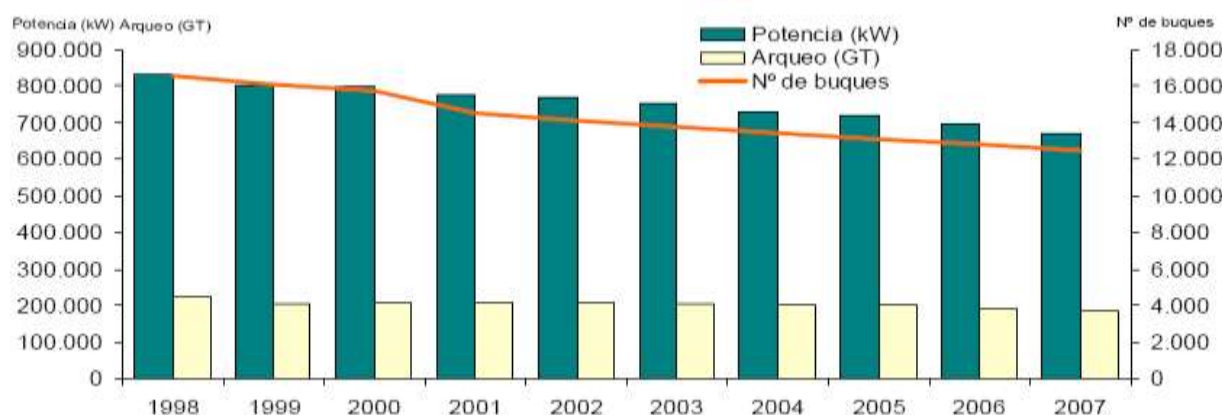


Figura 14.17. El número de buques ha descendido en un 27,39%, el arqueo ha disminuido en un 30,09% y la potencia instalada se ha reducido en un 35,61% (MARM, 2009). En términos de arqueo, el 39,40% (178.864 GT) están representados en la flota que opera en aguas estatales y el 60,59% (275.001 GT) lo hace fuera de ellas. En lo que a potencia se refiere, los porcentajes son de un 62,44% (854.540 CV) para el caladero estatal y de un 37,55% (513.899 CV) para caladeros no estatales (PTEPA, 2009).

Como contraste a la crisis del sector pesquero extractivo, la transformación del pescado y su comercialización presenta un crecimiento y desarrollo considerables. En el periodo 1996-2005 se ha observado un crecimiento de la producción de esta industria del 52,65% (Libro Blanco de la Pesca, 2009), hecho que revierte positivamente en la creación de nuevos puestos de trabajo. El año 2009 había 808 empresas en la industria de transformación con las siguientes categorías: pescados y mariscos congelados; conservas de pescados y mariscos; pescados ahumados. Éstas proporcionan empleo a 22.467 personas, es decir, cerca de un 15% del total del empleo estimado para el sector pesquero (Libro Blanco de la Pesca, 2009). A su vez el incremento relativo del valor de esta producción en el período considerado se ha elevado por encima del 93,5% (Libro Blanco de la Pesca, 2009).

El crecimiento de la producción de la industria de transformación de pescado en España, ha supuesto una necesidad creciente de abastecimiento de materias primas para el desarrollo de la misma. En los

últimos diez años, la evolución de las capturas de pesca de la flota estatal ha disminuido notablemente, por lo que el tradicional abastecedor de la industria de transformación de pescado, la flota pesquera española, ha ido pasando a un segundo plano siendo sustituida por materias primas procedentes del exterior, bien de países comunitarios o de terceros países.

Tabla 14.11. Grado de participación de los distintos orígenes en el abastecimiento de las materias primas para la industria de la transformación. Los productos en los que mayoritariamente la materia prima empleada es de origen estatal, son las conservas de mejillones (91%) y las conservas de sardinas (78%). Hay otros productos que mayoritariamente siempre han trabajado con materias primas de origen extranjero, como es el caso del ahumado de salmón o la fabricación de surimi. Por último, hay un tercer grupo de productos en los que el retroceso de las capturas de la flota española, por un lado, y el incremento de las producciones de la industria de transformación estatal por otro, han ido derivando hacia una dependencia creciente del abastecimiento exterior de materias primas. En su mayoría referente a la producción de congelados y al caso particular de la semiconserva de anchoa (Libro blanco de la pesca, 2009).

		<b>Materia prima nacional</b>	<b>Materia prima comunitaria</b>	<b>Materia prima de Terceros países</b>
<b>Congelados</b>	Merluza	36%	2%	60%
	Calamares	38%	6%	56%
	Gambas	36%	7%	57%
	Surimi	-	13%	87%
<b>Conservas y Semiconservas</b>	Sardina	78%	17%	5%
	Atún blanco	40%	10%	50%
	Atún listado	67%	4%	29%
	Atún rabil	51%	7%	42%
	Mejillones	91%	5%	4%
	Anchoas	20%	50%	30%
<b>Ahumados</b>	Salmón	3%	55%	42%

Los principales agentes comerciales que operan en los mercados de la pesca son: cofradías de pescadores, cooperativas, asociaciones de armadores y organizaciones de productores, por el lado de la oferta. Por el lado de la demanda figuran los exportadores (nombre dado a los mayoristas de origen) y a los representantes de la industria de transformación de pescado (Libro Blanco de la Pesca, 2009).

Como respuesta a los problemas generados por la sobrepesca y ante la necesidad de proteger los ecosistemas marinos y la regeneración de los servicios de abastecimiento pesqueros, se han creado Reservas Marinas de Pesca y arrecifes artificiales.





Figura 14.18. Localización de las Reservas Marinas de Pesca (RMP) (Europarc-España, 2010, a partir de datos del MARM). La superficie marina total ocupada por las RMP es de 526.688 ha (Perfil Ambiental, 2009).

La instalación de arrecifes artificiales en España data de principios de los años 80, con la instalación de los arrecifes pioneros del Proyecto “Escorпора” en 1981 y el de Sa Riera-Begur en 1982, ambos en Catalunya; estas actuaciones que se vieron fortalecidas por la adhesión de España a la CEE. A la vista de su eficacia, durante la década de los 90 se consolidan como medida de gestión pesquera, con un total de 93 arrecifes instalados en la actualidad.

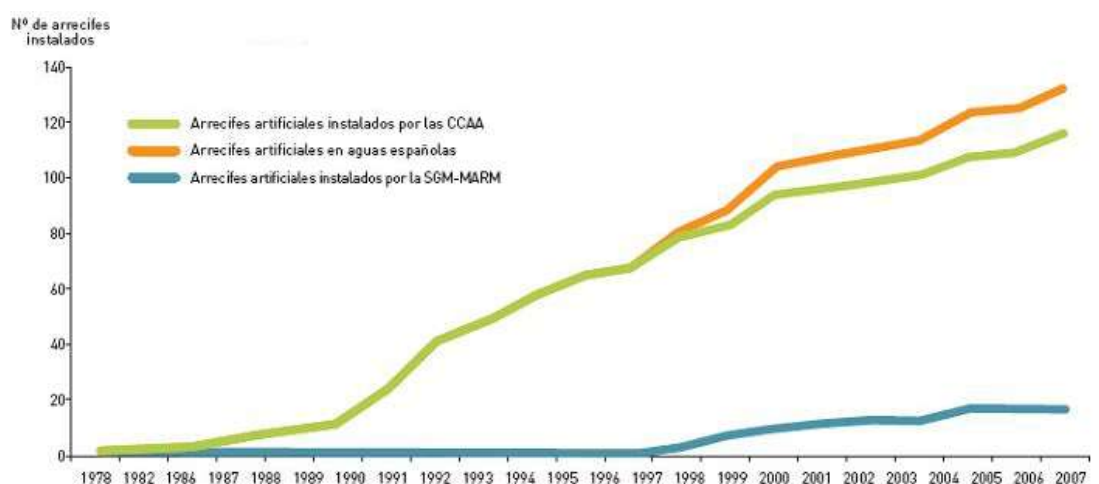


Figura 14.19. Evolución del número de arrecifes marinos instalados por las CCAA y la Secretaría General del Mar-MARM en aguas españolas. El número de arrecifes artificiales instalados en aguas españolas ha aumentado en este periodo de tiempo, asciende ya a 133 (17 gestionados por la Secretaría del Mar, en aguas exteriores, y 96 por las CCAA, en aguas tanto exteriores como interiores) (Perfil Ambiental España, 2009).

### 5.1.1.2. Marisqueo

El servicio de abastecimiento de marisqueo en España es especialmente importante en la vertiente Atlántica donde la evolución de las capturas es fluctuante, aunque los precios han ido en aumento. En general este servicio no está bien explotado y se están introduciendo nuevas técnicas de cultivo para responder a la demanda. Recientemente se ha producido la profesionalización del sector, dando lugar a colectivos de trabajadores con mucha representación dentro del mismo.

El marisqueo se considera un subsector del sector pesquero en España, es especialmente importante social y económicamente en la vertiente Atlántica, a causa de las características del litoral: la presencia de rías (en Galicia y la cornisa Cantábrica), las zonas relativamente poco profundas, con escaso oleaje y sometidas a afloramientos y al sistema de circulación estuárica, han dado lugar a unas condiciones óptimas para el asentamiento de este tipo de extracción. El marisqueo es una actividad desarrollada desde la edad de piedra hasta nuestros días.

Aunque popularmente el concepto de marisco puede estar más o menos orientado hacia moluscos y crustáceos, se define como un invertebrado marino susceptible de ser comercializado. Los mariscos que se extraen más comúnmente son: crustáceos (percebe, cangrejo, centollo, nécora y camarón); bivalvos (coquina, berberecho, navaja vieja, almeja fina, almeja babosa, almeja vieja, almeja rubia, vieira, golondrina, reloj y ostra); cefalópodos (pulpo, choco, pota y calamar); equinodermos (erizo); cnidarios (ortiguilla o anémona). La ortiguilla (*Anemonia sulcata*), es una especie muy consumida en el sur de España.



Imagen 14.6. La coquina es uno de los alimentos de origen marino que proporciona el servicio de abastecimiento de alimento de los ecosistemas marinos a través de la actividad del marisqueo (Manel Royo).

Dentro de la actividad marisquera debemos distinguir el marisqueo a flote (46%) y el marisqueo a pie (54%) (Mahou, 2008). La primera modalidad se realiza desde embarcación y es desempeñada fundamentalmente por hombres. Por otro lado, el marisqueo a pie tiene como objetivo la captura de moluscos en la costa arenosa, en la zona intermareal, siendo desempeñado a pie y sin embarcación tanto por hombres como por mujeres (Oceana, 2009).

Galicia es de las comunidades autónomas con mayor actividad marisquera, en 2010, existían en Galicia 4968 establecimientos autorizados de acuicultura, 3738 viveros, 1179 parques de cultivo, 30 granjas marinas y 21 criaderos (BIC Galicia, 2010). Según datos de la Consellería de Pesca, en el año 2007, el valor económico de los bivalvos subastados en las lonjas gallegas alcanzó cerca de los 75 millones de euros con más de 10.000 toneladas de producción. Entre las especies que suponen los mayores ingresos se encuentran el berberecho (17.627.403 euros), la almeja fina (16.146.899 euro), la almeja japonesa (14.637.105 euros) y la almeja babosa (14.211.993) (Anuario de Pesca, 2007).

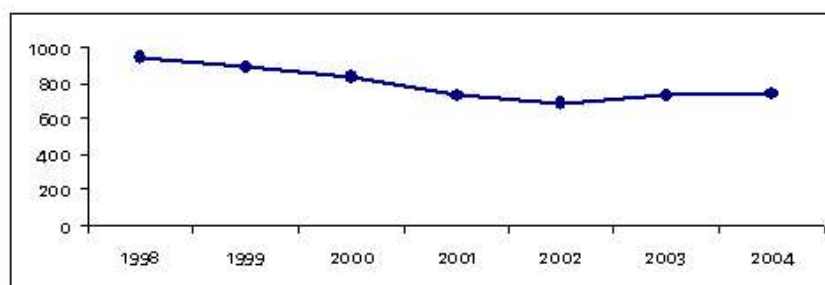


Figura 14.20. Desde el año 1996 al 2001, la producción de almeja fina (miles de toneladas) fina en Galicia ha seguido una tendencia a la disminución (Santasmarinas, 2006) por estar sometida a una serie de problemas que ponen en peligro su supervivencia (explotación excesiva, furtivismo y contaminación). Aún así, la productividad de la extracción de bivalvos puede fluctuar ya que son muy sensibles a los temporales. La producción de percebe, en cambio es mucho más robusta (Susana Ribero Rodríguez, mariscadora profesional, comunicación personal). Otro indicador de crisis del sector es la disminución de permisos concedidos, desde 2005 el número de permisos de marisqueo concedidos en Galicia ha experimentado una caída constante, del 16% (Barral, 2010).

Una de las alternativas que se ha encontrado para aumentar la productividad del marisqueo es la mejora de las técnicas de cultivo o semicultivo. Actualmente la producción marisquera que se puede calificar de semiextensiva (basada en la fijación natural que se complementa, en algunos casos, con la compra de semilla y su siembra en los bancos naturales).

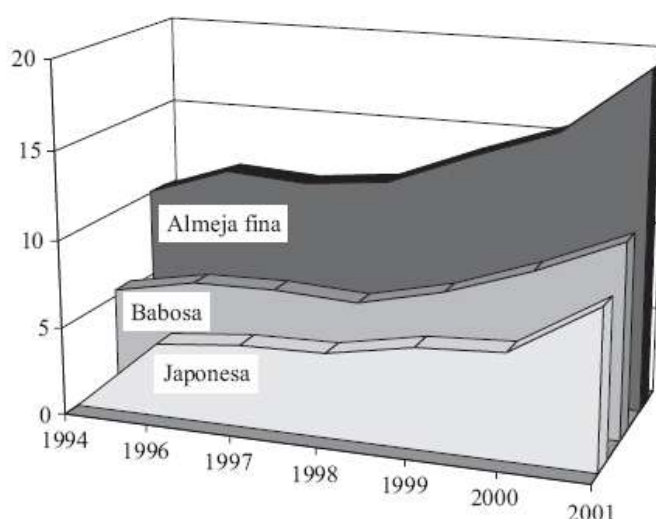


Figura 14.21. Aún y la tendencia a la baja de las capturas, la demanda ha seguido creciendo y su precio no se ha estancado, si no que ha sufrido un incremento. La evolución del precio de la almeja fina, babosa y japonesa entre los años 1994 y 2001 en Galicia ha registrado un importante incremento, de hasta el 100% (Santasmarinas, 2006).

### 5.1.1.3. Acuicultura

En las últimas décadas la acuicultura se ha desarrollado muy notablemente en España. Las causas son el crecimiento de la demanda de consumo, la crisis de las pesquerías, los aportes de la investigación científico-técnica y al apoyo económico que el sector ha recibido.

La acuicultura se postula como el futuro del abastecimiento de pescado para alimentación humana. La acuicultura tiene una historia de 4.000 años, pero es desde hace 50 cuando que se ha convertido en una actividad socioeconómica relevante en general. A nivel mundial, el imparable crecimiento de la población, el enriquecimiento de las sociedades actuales y el interés por mejorar la calidad de vida mediante la ingesta de una “dieta sana, equilibrada y variada”, ha contribuido al actual aumento de la demanda de pescado. Así, teniendo en cuenta que esta creciente demanda mundial de pescado será

cubierta con dificultad por la pesca extractiva, la acuicultura se perfila como la gran posibilidad para que dicha demanda pueda ser atendida, no estando exenta de impactos importantes en los ecosistemas marinos.

La acuicultura española ha pasado de ser un sector marcadamente tradicional, centrado en economías familiares de bajo desarrollo tecnológico, a una industria moderna altamente tecnificada, con empresas competitivas en el mercado mundial y con un grado creciente de diversificación. Hasta la década de los 80 la producción acuícola española se concentraba en pequeñas empresas tradicionales de economías familiares, siendo 2 los cultivos marinos más característicos: el cultivo de mejillón y la acuicultura de los esteros gaditanos, surgida en los años cuarenta por la crisis de las salineras. En el 2008 España era el país de mayor producción acuícola de la UE de los 27 miembros (APROMAR, 2010).

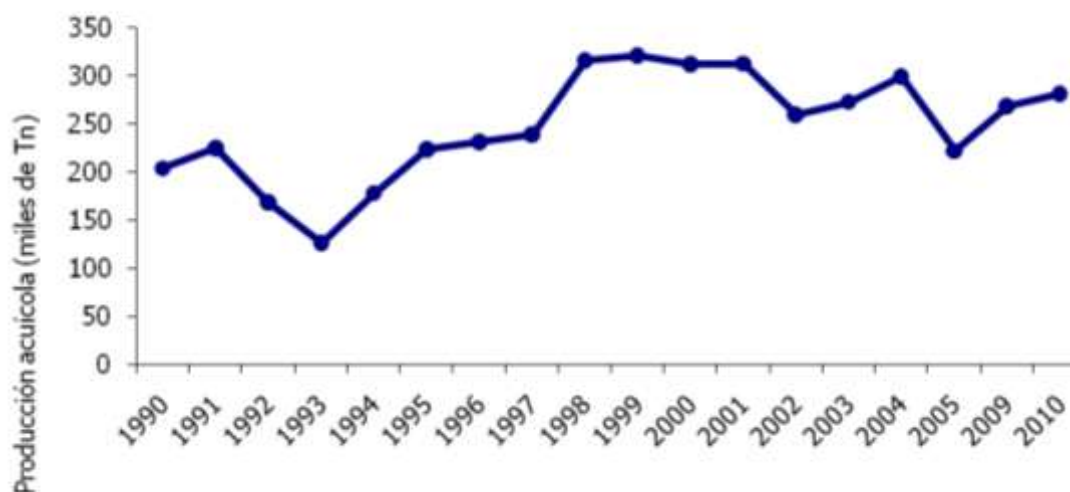


Figura 14.22. La producción total acuícola española, se sitúa desde finales de los años 90, alrededor de las 300.000 toneladas. La producción acuícola en España se situó en el año 2010 en 281.205,33 toneladas, de las que un 93,70% correspondieron al cultivo de especies marinas y el resto a la acuicultura continental (6% de la producción total) (FAO, 2010).

La evolución de la producción de la acuicultura en España por especies, ha sido la siguiente:

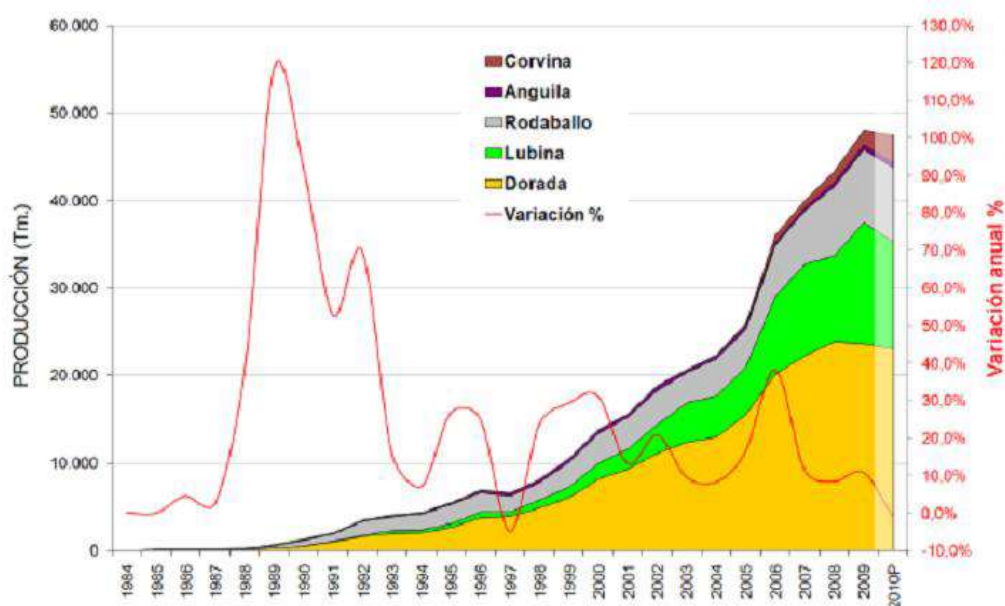


Figura 14.23. Evolución de las producciones y tasa de variación interanual de los pescados marinos de crianza mayoritaria en España (1984-2009 y previsión para 2010) (APROMAR, 2009). Los primeros años de la presente



década se registraron crecimientos medios del 20%, y que el crecimiento mínimo para mantener la competitividad a nivel global se estima entre el 15 y 25% anual. En los últimos años se ha producido una desaceleración del crecimiento. Para el año 2010 se prevé incluso un decrecimiento de la producción en un (-) 0,9%.

La acuicultura se ha convertido en un sector importante de la economía española. La acuicultura en España generó en 2007 alrededor de 450 millones de euros (JACUMAR, 2009). En términos de empleo, la acuicultura en su conjunto, dio empleo a 27.643 trabajadores en 2007, en un total de 61 empresas divididas casi por igual en pequeñas, medianas y grandes empresas (Barazi-Yeroulanos, 2010). Estos puestos se caracterizan por su especialización y estabilidad, además de facilitar la incorporación de la mujer al sector pesquero, tradicionalmente masculino (JACUMAR, 2009).

El tipo de cultivo en cada región española se ha desarrollado en función de sus características biogeográficas, en la cornisa cantábrica y la región noroeste se ha desarrollado el cultivo de especies de agua fría, principalmente moluscos (mejillón y ostras en bateas, y almejas y berberechos en parques de cultivo) y rodaballo en granjas en tierra, y se comienza a producir besugo, pulpo y abadejo. Las zonas mediterráneas y suratlántica, de aguas más templadas, han desarrollado principalmente el cultivo de dorada y lubina, tanto en granjas en tierra como en jaulas flotantes, además de otras especies, como el lenguado, la corvina o el dentón. Hay que destacar el engorde de atún rojo en jaulas en la región murciana, con una producción total en 2008 de 2.567,15 Tm. También tienen cierta importancia en estas zonas, el cultivo de otras especies como son ostras, almejas y mejillón. Canarias produce dorada y lubina en jaulas flotantes aprovechando sus aguas templadas durante todo el año.

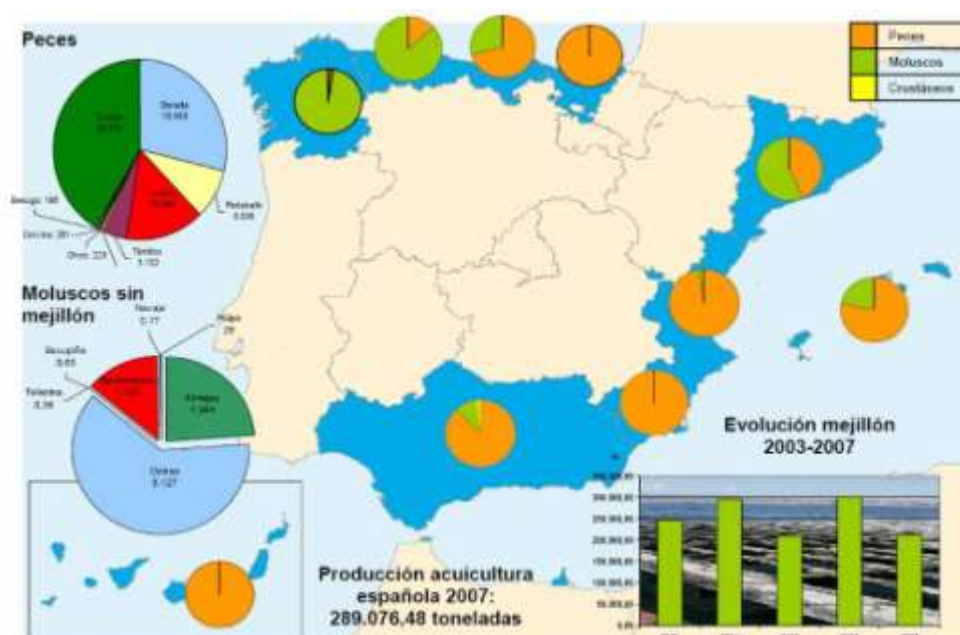


Figura 14.24. Producción acuícola distribuida por las costa española en el año 2007 (JACUMAR, 2009). En España se produjeron 289076 t de peces y moluscos en 2007. En el Mediterráneo y Atlántico Sur se cultiva principalmente dorada y la lubina y en el Cantábrico y Galicia, el rodaballo. El cultivo del mejillón se desarrolla casi en su totalidad en las rías gallegas. En España se está desarrollando la producción de lenguado, anguila, besugo y langostino.

La acuicultura puede ser de tipo intensiva, que se lleva a cabo en instalaciones específicas de cría, o extensiva -como el marisqueo y los cultivos marinos- se realiza de forma semiabierto y extensiva. En la Región Sur Atlántica, las producciones inicialmente se han desarrollado de forma semi-extensiva, aunque la tendencia actual es la de una producción controlada e intensiva. En las regiones de Canarias y Baleares, se han producido similares desarrollos en jaulas flotantes. El sector de moluscos se diferencia del resto en que carece de alimentación artificial y de tratamientos sanitarios en su producción. Las fases de cultivo de la acuicultura española son: la de puesta, incubación y/o cría (*hatchery*), preengorde-semillero (*nursery*), engorde a talla comercial y el engorde hasta la madurez sexual.

A nivel de comercialización, la acuicultura permite ofrecer productos frescos a todo el territorio español. Aproximadamente un 70% de la producción española de mejillón va destinada al consumo interno, y el 30% restante se exporta, fundamentalmente a Italia y Francia. Los peces marinos se destinan en un 80% al mercado estatal en la actualidad, mientras que el 45% de los alevines producidos en España se exportan hacia los mercados europeos (JACUMAR, 2009).

La acuicultura es el subsector que adopta las innovaciones y desarrollos tecnológicos con mayor rapidez. Al tratarse de un subsector muy joven, que se ha desarrollado a un ritmo marcado por la investigación y los avances en la tecnología, depende de manera esencial de un sistema de I+D+i eficiente y muy dirigido a la solución de sus necesidades. Se trata, además, del subsector que absorbe los resultados de la investigación en una fase más temprana (Libro Blanco de la Pesca, 2009). En España se está investigando como desarrollar el ciclo completo del cultivo de numerosas especies, desde un atún hasta un pulpo.

#### Engorde del Atún Rojo

A partir de 1995, se inicia en el Mediterráneo la actividad de engrase o engorde del atún rojo. Ésta se basa en capturar individuos de gran tamaño con el arte de cerco de jareta en las zonas de desove durante los meses de mayo y junio, que son remolcados hasta los lugares en el litoral mediante jaulas de transporte, donde se encuentran las granjas de cultivo. Estas capturas se suman al impacto de la sobrepesca de esta especie. Allí son alimentados con especies de bajo valor comercial y alto contenido graso (como la caballa, sardina y la alacha), hasta enero del siguiente año, aproximadamente, con el fin de aumentar su contenido graso, hasta que son despescados y vendidos, fundamentalmente en el mercado japonés. Son necesarios de 20 a 25 kg de estas especies para producir 1 solo kg de atún rojo, por lo que hace falta un volumen considerable de capturas para mantener este proceso de engorde. Este es un buen ejemplo de que la acuicultura no descarga de presiones a las poblaciones silvestres objeto del servicio de abastecimiento de pesca. En España han dejado de funcionar 12 de las 14 empresas que se dedicaban al engorde de atún rojo, debido al recorte de las cuotas. Otros impactos ambientales locales son el excesivo aporte de materia orgánica procedente de los restos de alimentación y deposiciones y por el alto riesgo de introducir enfermedades en las especies locales por culpa de la gran cantidad de cebo que procede de otros mares.



Imagen 14.7. La gran demanda de atún rojo en España por su calidad gastronómica y el elevado precio de mercado ha conducido a la sobrepesca de las poblaciones de este depredador, hasta un grave declive de las mismas. La cría y engorde de atunes para intentar solventar este problema ha sido rentable pero ha contribuido a agravar el problema inicialmente, aunque ahora se hayan cerrado varias granjas por las restricciones impuestas por los TAC's. Atunes de granja listos para su comercialización (Noelia Cuervo).

#### 5.1.1.4. Pesca no profesional

La pesca no profesional en España ha aumentado significativamente en las últimas décadas. No genera ingresos económicos directos de las capturas, pero sí de manera indirecta a través de los gastos asociados. Además, el volumen de las capturas tiene una importancia considerable en el total de capturas (profesional + no profesional), pudiendo llegar al 27% en algunas CCAA.



La pesca no profesional es eminentemente pesca de recreo, pues la pesca de subsistencia es de carácter minoritario. La pesca de recreo constituye una actividad de extracción de capital natural de los ecosistemas marinos para proveer de materia y energía o servicios intercambiables al recolector y la mayoría de veces satisface también al placer de realizar la actividad, la cual a su vez aporta valor económico a la industria naval, turística y genera empleo. La pesca de recreo ha experimentado, en los últimos años, un notable crecimiento tanto en lo que se refiere al número de unidades como a su arqueo y potencia propulsora (Libro Blanco de la Pesca, 2009). Recientes estudios (Morales *et al.*, 2005 y TRAGSATEC, 2004) confirman la creciente importancia de esta actividad y de los sectores vinculados, aunque es preciso señalar que los resultados son solamente orientativos debido a que se desconoce el tamaño de la flota/usuarios por lo que se ha de estimar indirectamente. Los diferentes métodos de estimación aún arrastran errores produciendo resultados inciertos, variables y contradictorios.

Para el año 2004, se calcularon unas capturas totales anuales de 4.136 toneladas para la pesca recreativa de bajura y de 17.669 toneladas para la recreativa de altura. Es decir un total que se acerca a las 22 mil toneladas anuales (Tragsatec, 2004).

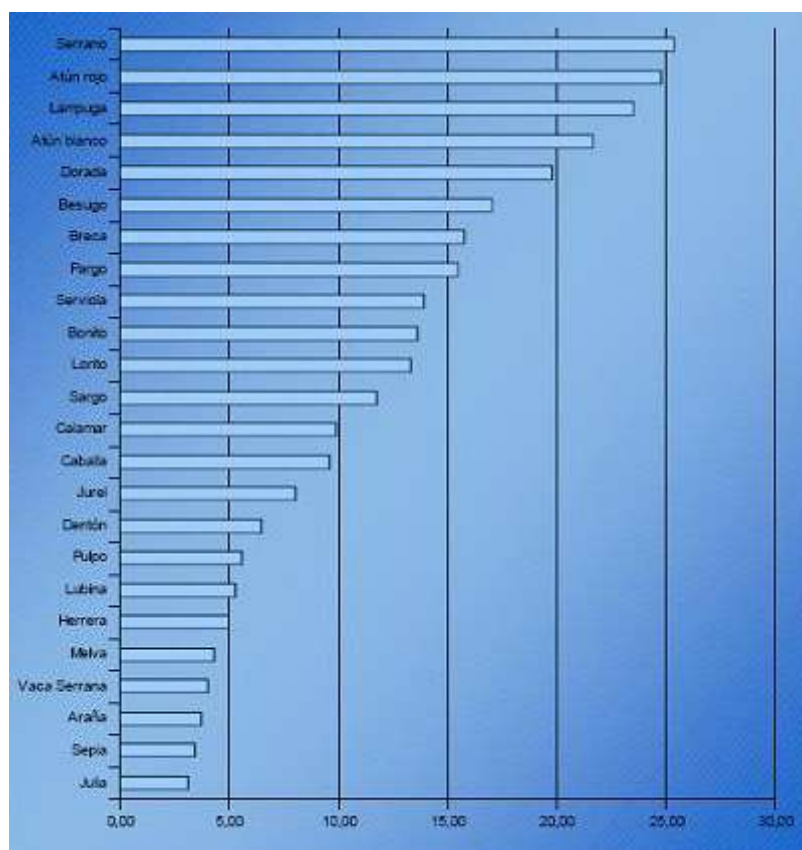
Tabla 14.12. Peso de las capturas de la pesca recreativa en el Mediterráneo español (Cataluña, Illes Balears, C. Valenciana, Murcia y Andalucía) (Tragsatec, 2004).

CCAA	Peso de las capturas				
	Autorización Anexo III	Peso medio por marea	Nº medio de mareas por titular	Titulares por CCAA	Peso total de las capturas (kgs)
CATALUÑA	Sí	14,20	40,57	17.820	6.843.997
	No	4,50			1.084.436
ILLES BALEARS	Sí	12,30	25,50	27.230	2.335.438
	No	1,80			908.086
COMUNIDAD VALENCIANA	Sí	2,80	32,46	14.077	231.219
	No	2,10			786.090
REGIÓN DE MURCIA	Sí	6,80	37,91	4.965	500.882
	No	1,70			194.759
ANDALUCÍA	Sí	14,30	42,17	18.492	7.757.391
	No	4,90			1.162.931
total				82.584	21.805.228

Media de kilos por marea de un pescador con Autorización	12,6
Media de kilos por marea de un pescador sin Autorización	2,6
Peso total capturado por los pescadores con Autorización	17.668.927
Peso total capturado por los pescadores sin Autorización	4.136.301

Por cada marea, se pescan, de media, al menos 12,6 kg en la recreativa de altura. En la pesca recreativa de bajura se capturan 2,6 kg de media por marea. Un estudio desarrollado en las Islas Baleares estableció que solo en esta CCAA se desembarcan un mínimo de 1209,25 y un máximo de 2678,81 t por año (en función del origen del dato). Asumiendo el mínimo, estas capturas totales representan un 27.44% de los animales marinos -peces y cefalópodos- extraídos por la pesca profesional en esta CCAA (Morales *et al.*, 2005).

Tabla 14.13. Porcentaje de pescadores que cazan cierta especie objetivo (Tragsatec, 2004).



En este tipo de pesca, el atún rojo vuelve a ser la especie objetivo bajo mayor presión de pesca. La captura del atún rojo se realiza con curricán y brumeo, dos de las modalidades de pesca que requieren un mayor desembolso en la adquisición del equipo necesario. Todo ello la convierte en la especie que mayor gasto agregado produce por pescador (Tragsatec, 2004).

### 5.1.2. Agua dulce

La producción de agua dulce procedente de desaladora para el uso humano en España ha aumentado notablemente en las últimas décadas. Se trata de un servicio de abastecimiento en auge, de enorme proyección a causa de la creciente incapacidad de los sistemas acuáticos continentales de proporcionar el agua que demanda la sociedad actual. El aumento de esta producción tecnificada de agua ha posibilitado el desarrollo de asentamientos y la expansión turística en el litoral.

La desalación supone una fuente alternativa de abastecimiento de agua en zonas deficitarias, con lo que disminuye la presión sobre los denominados recursos hídricos convencionales, constituyendo en algunas partes de España, especialmente en las Islas Canarias, un recurso ahora crucial. Los ecosistemas marinos y la tecnología ofrecen a la sociedad la posibilidad de obtener agua dulce a partir de agua salada mediante un proceso de osmosis inversa con membranas, que separa el agua dulce de las sales que contiene disueltas.

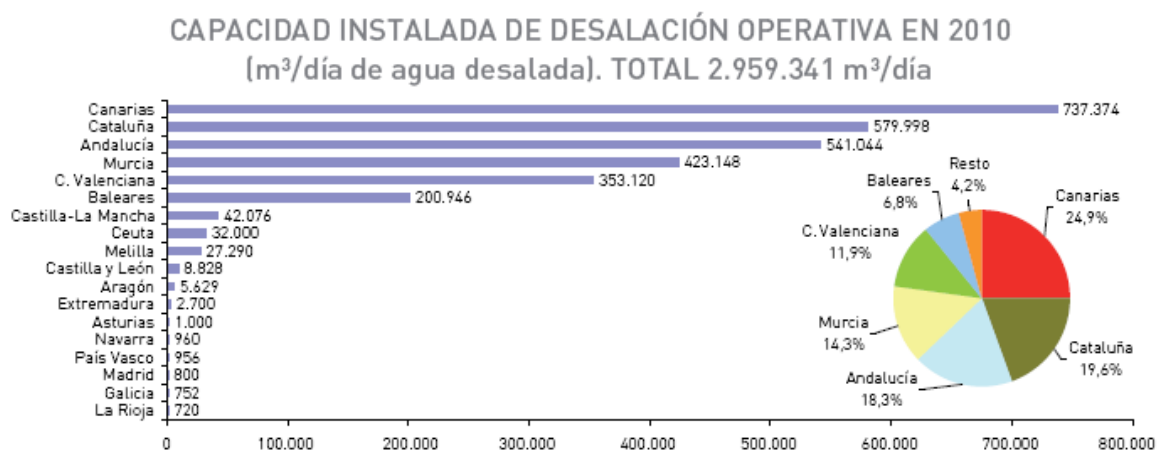


Figura 14.25. Capacidad instalada de desalación operativa en 2010 por CCAA. Las Comunidades Autónomas que más agua desalada produjeron fueron Canarias, Cataluña, Andalucía y Murcia (Perfil ambiental 2010).

En 2006, en España existían más de 700 desaladoras, con una capacidad instalada que superaba los dos millones de m<sup>3</sup>/día. De ellas, el 70% realizaban la desalación del agua de mar mientras que el 30% restante la obtenía de aguas salobres (acuíferos en contacto directo con el mar o acuíferos aislados).



Figura 14.26. Producción (hm³/día) de agua desalada del 1990 al 2010. Se observa el acelerado aumento del uso de este recurso en los últimos 20 años, pese a que en 2010 se redujo la producción a causa de la mejora de las reservas hídricas que contribuyeron a una disminución de la demanda y, por tanto, de la producción. Las Comunidades Autónomas que han aumentado su capacidad instalada en el año 2010 han sido Cataluña, con un incremento de 200.000 m³/día y Baleares, con un aumento de 14.000 m³/día. Con estas variaciones Cataluña es la segunda Comunidad Autónoma con mayor capacidad instalada de desalación, detrás de Canarias (Perfil Ambiental 2010).

La instalación de desaladoras no solo ha facilitado el consumo local de agua dulce sin restricciones en zonas con importantes demandas de agua, sino que también ha posibilitado un desarrollo turístico intenso, componente fundamental de la economía moderna de regiones insulares y litorales. La región pionera en establecer la desalación en España ha sido las Islas Canarias -la primera planta se construyó en Lanzarote en 1964-, que ha venido abasteciendo de agua la población desde principios de los años sesenta. En Lanzarote la desalación aumentó de 0,45 hm³ en 1968 a 17,21 hm³ en 2002. En Mallorca, la construcción de la primera planta desaladora de las Islas Baleares -capaz de producir 90000 m³ diarios-, acabó con las penurias de agua, que hacían peligrar el crecimiento turístico y que llevaban a esfuerzos desesperados y a veces fracasados, como el transporte de agua desde el Delta del Ebro hasta Mallorca con barcos contenedores. Hay que tener en cuenta que el desarrollo de estas instalaciones permite un crecimiento urbanístico por encima de las capacidades naturales de habitabilidad del lugar. El aumento de población incrementará a su vez la demanda de muchos otros servicios, intensificando la presión sobre los ecosistemas que los proporcionan.

Un 31,48% de la población -14.804.304 habitantes- residente en España se beneficia del servicio de abastecimiento de agua dulce, contando que cada habitante consume de media 160 litros/hab/día (Encuesta sobre el Suministro y Saneamiento del Agua, 2006).

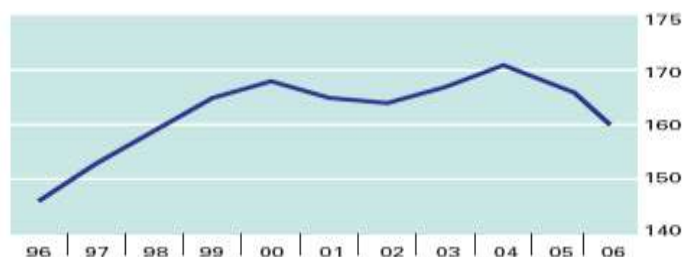


Figura 14.27. Evolución (del 1996-2006) del consumo de agua por habitante y día; la media en España es de 160 L por habitante y día (Estadísticas e indicadores del agua, INE, 2006).

El desarrollo de este sector debe ser llevado a cabo bajo regulación, pues acarrea una serie de consecuencias negativas para el ecosistema marino y pone en peligro, por tanto, el estado de otros servicios. La energía requerida para este proceso y el impacto de la salmuera producida son los cuellos de botella de esta industria. Por cada litro extraído del mar, se desala menos de la mitad. La salmuera resultante tiene una salinidad dos veces mayor que el agua marina y, por regla general, se devuelve al mar, a mayor temperatura, cambiando todo el ecosistema litoral adyacente.

### 5.1.3. Materias primas de origen biológico

De las actividades de extracción de materias de origen biológico con un aumento significativo en España encontramos la recolección y transformación de algas para usos alimenticios, otras actividades han caído en desuso. La extracción de crudo ha aumentado en estos últimos 50 años, aunque es de poca entidad en comparación con el consumo del mismo.

Los ecosistemas marinos han sido provisorios de materias primas procedentes de organismos marinos, como por ejemplo las algas recogidas en la parte superior de la playa, aunque en España esta actividad está actualmente en desuso. Una de las especies que se recolecta es *Gelidium sesquipedale*, una alga rodofícea conocida comúnmente como ocle, de la que se obtiene agar. En septiembre las playas de Asturias se cubren de esta alga y hay toda una industria relacionada con la alimentación, dedicada a su recolección y procesado como gelificante, más conocido como E-406. Uno de sus principales usos es como medio de cultivo en microbiología, como laxante, espesante para sopas, gelatinas vegetales, helados y algunos postres y como agente aclarador de la cerveza. Se utiliza tradicionalmente en el tratamiento de catarrros, úlceras y tratamientos estomacales. La tarea se inicia cuando la marea está baja con tractores con rastrillos que ayudan a la recogida. Otras veces, buceadores recolectan las algas directamente del medio. Una vez retiradas de la costa, se secan las algas en algún lugar del campo. En Asturias se recogen del orden de 1300-1600 t en peso húmedo de alga mediante embarcaciones y buzos, no alcanzando el máximo -de 2.600 toneladas- permitido por la Consejería de Pesca.

Los fondos de Maërl han sido explotados comercialmente desde antiguo, llegando a extraer cientos de miles de toneladas al año, lo que ha provocado el deterioro de este ecosistema. La gran cantidad de calcio -así como de magnesio y otros elementos- las ha hecho muy preciadas en la agricultura, ya que pueden ser utilizadas para acondicionar terrenos con exceso de acidez, también han sido utilizados en las industrias farmacéutica y la alimenticia. Actualmente está protegido por el Anexo I de la Directiva Hábitats, con lo que no se permite su recolección.

La esponja oreja de elefante (*Spongia agaricina*) es una especie de interés comercial, muy empleada en decoración. Se encuentra en el Atlántico, desde las aguas someras hasta los 100-120 m. Otras esponjas se han utilizado tradicionalmente para la limpieza personal.

En el Mediterráneo la hojarasca de posidonia depositada en las playas se utilizaba como lecho para los animales, como abono (dejándola desalar durante un año), como material protector para transportar vidrio (por eso se la llama “alga” de los vidrieros), etc. Actualmente solo se retira de la playa por motivos “estéticos”, aunque forma parte importante de los procesos naturales del sistema playa-duna.

En el lecho marino de plataforma se pueden encontrar servicios de abastecimiento de minerales de origen biológico como crudo y gas. La empresa Repsol-YPF -la única empresa extractora en España- tiene refinerías situadas en el litoral mediterráneo y en el atlántico. La plataforma marina Casablanca, está situada frente a las costas de Tarragona y la Comunidad Valenciana y de ella se extraen alrededor de 2.000 barriles de crudo diarios, que equivalen a 31.533 toneladas. Más del 99% del petróleo consumido en España es importado, solo el 1% es de producción estatal, su producción en el 2003 fue sólo de 321.000 toneladas (entre las extracciones marinas y las terrestres) (INE, 2009). Las reservas probadas netas de petróleo en España acumuladas al final del año pasado por Repsol-YPF eran de cerca de cinco millones de barriles. En España diversos emplazamientos litorales se han convertido en objetivo de prospecciones petroleras (Cantabria, Fuerteventura, etc).

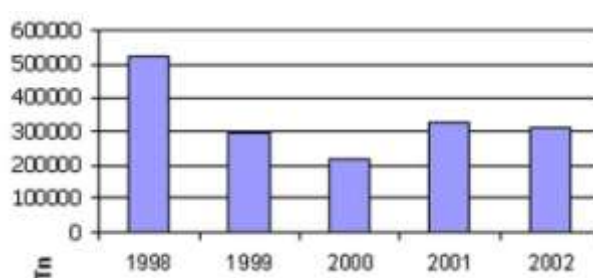


Figura 14.28. Evolución de la extracción de crudo de las plataformas de Tarragona y Bizkaia del año 1998 al 2002 (Estadística de Prospección y Producción de Hidrocarburos. Subdirección General de Hidrocarburos. Ministerio de Economía). La extracción de crudo ha disminuido desde el año 1998, aunque permanece estable entre las 200-300 miles de toneladas hasta el año 2002.

Cada año el ministerio de Industria, Turismo y Comercio, otorga nuevas licencias para el sondeo de nuevas zonas de extracción de crudo, éstas se pueden ver en el siguiente mapa:



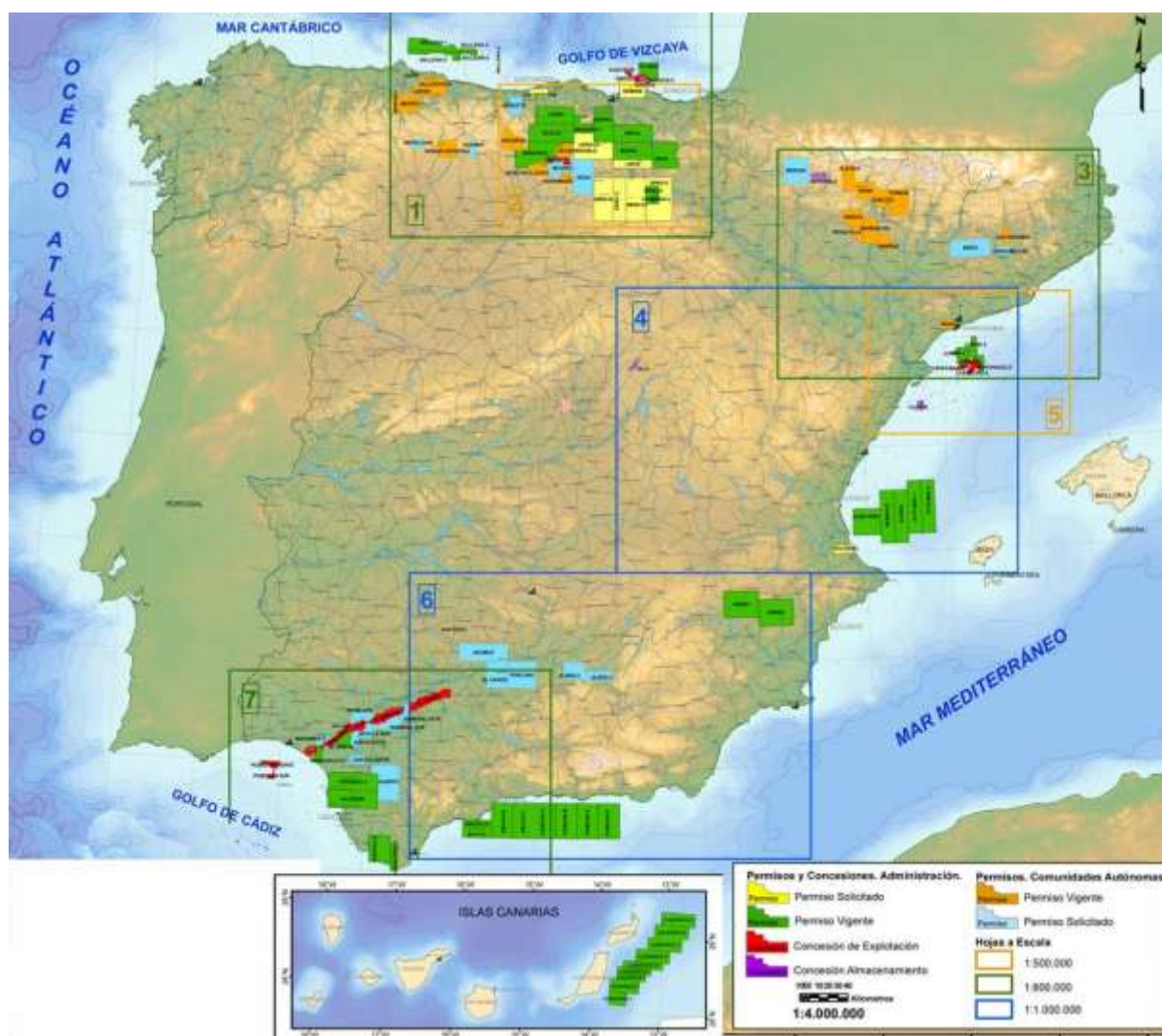


Figura 14.29. Mapa de posición de los sondeos, permisos y concesiones de hidrocarburos del 2011 (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2011). Para el 2011 las zonas con permiso para la extracción se encuentran frente a las costa de Tarragona, Cartagena, Málaga/Granada, Islas Canarias (Fuerteventura y Lanzarote), Asturias y Bizkaia.

#### 5.1.4. Materias primas de origen geótico

La sal y las arenas de placeres son las dos principales materias primas que se obtienen del mar. La obtención de sal ha aumentado ligeramente en las últimas décadas en España, atendiendo a la demanda en el mercado, mientras que las arenas de placeres han pasado de un nivel alto de extracción a un paulatino desuso, sobre todo por la regulación del sector.

Los ecosistemas marinos en España son una fuente de servicios geóticos como minerales, material sedimentario, etc. Su potencial ha sido utilizado de muy diferentes maneras e intensidades actual e históricamente.

La evolución del consumo y la producción de sal en España han estado condicionadas por la evolución tecnológica y las necesidades de la población. La extracción de sal marina es una actividad milenaria, en España ya fueron explotadas por los fenicios hace 3.000 años. La sal era de un valor estratégico fundamental -llegó a ser la moneda de cambio en las culturas mediterráneas clásicas- y era muy usada para la conservación de los alimentos hasta la llegada de la refrigeración. La aparición de los buques congeladores y el refrigerador eléctrico provocaron un descenso del consumo de la sal en este sector, lo que llevó a la reestructuración de la industria, adentrándose en los nuevos mercados emergentes como la



industria textil, química, farmacéutica, la alimentación, el tratamiento de aguas, etc. La extracción de la sal en España se lleva a cabo en lagunas litorales, donde se almacena hasta que se evapora progresivamente. La producción de las salinas es de 1000 t de sal por hectárea y año (Duarte, 2010).

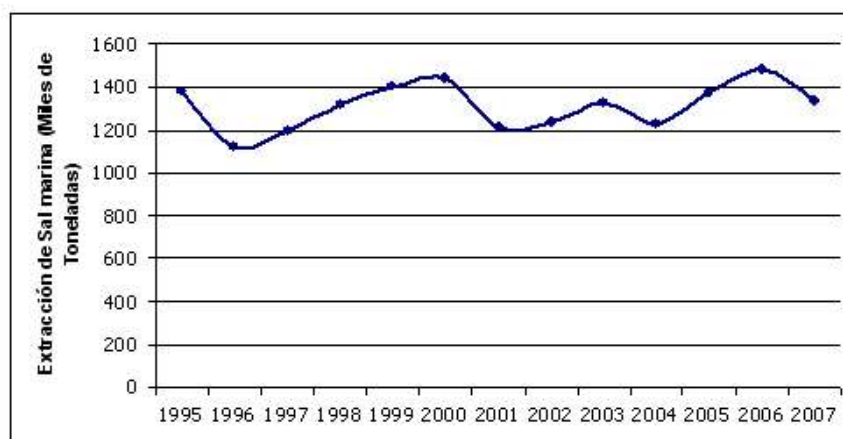


Figura 14.30. Extracción de sal marina en España en el período 1995-2007 (INE). Se observa una ligera tendencia al incremento de la extracción, aunque se trata de un variable estable. La sal es un ingrediente fundamental en la cocina occidental y recientemente se ha producido una sofisticación en el repertorio de sales que se encuentran en el mercado. La sal se utiliza como sazónador, para cocinar, para limpieza (lavavajillas), en procesos industriales, para baños terapéuticos, etc.



Imagen 14.8. El servicio de abastecimiento de sal a la sociedad española tiene una larga tradición de uso y hasta ahora se mantiene con técnicas muy similares a las de antaño. Montaña de sal en Es Salobrar de Campos, Mallorca (Manel Royo).

La provisión de áridos marinos, es un servicio fundamental de los ecosistemas marinos. Las arenas existentes en el lecho marino pueden tener dos orígenes, biogénico y no biogénico, en este apartado se comentará el servicio de las dos en conjunto, por la imposibilidad de obtener datos diferenciados.

Las arenas de placeres se han dedicado a la construcción hasta que la extracción fue prohibida por la Ley 22/1988 de costas. Desde los 80 su uso ha ido dirigido a la regeneración de playas, aunque actualmente hay una tendencia a la baja de esta actividad. Estas arenas se extraen mediante operaciones de dragado y se utilizan para producir materiales para la construcción y para la regeneración de playas erosionadas. La Ley 22/1988 de Costas en su artículo 63.1, prohíbe las extracciones de áridos, siempre que no estén dirigidas a la creación y regeneración de playas, quedando expresamente prohibida la extracción de materiales para la construcción. Se salvaguardará la estabilidad de la playa, considerándose preferentemente sus necesidades de aportación de áridos. (Gestión Ambiental de las Extracciones Marinas para la Obtención de Arena, 2009).

Desde 1986, año en que comenzó la primera gran extracción de arenas para la regeneración de las playas del Maresme (Barcelona) y fundamentalmente durante la década de los 90, se realizaron en España importantes extracciones de arena. En la década de los 90 se actuó en gran cantidad de playas

del estado, la media anual de material aportado fue de 5 millones de m<sup>3</sup>, llegando a superar los 11 millones de m<sup>3</sup> en 1993. Posteriormente el número de extracciones realizadas ha descendido paulatinamente, debido al cambio de rumbo de las estrategias de protección litoral, las tensiones sociales y la baja eficiencia de las regeneraciones continuadas.

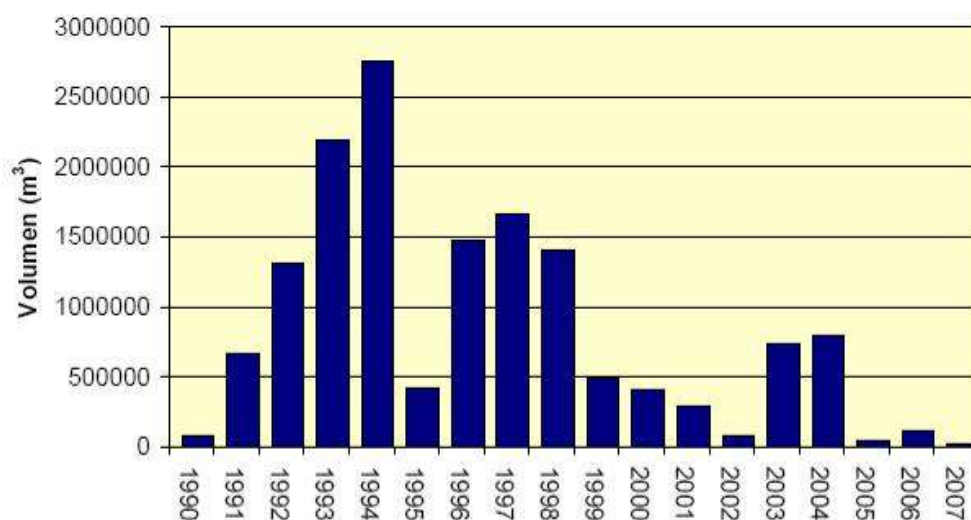


Figura 14.31. Se observa una disminución de la extracción de arenas (m<sup>3</sup>) de placeros marinos en el área marítima española de OSPAR en el periodo 1990-2007. (Dir. Gral. de sostenibilidad de la costa y del mar. Secretaría del Mar. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009).

Los principales efectos socioeconómicos derivados de una extracción de arenas se centran en la actividad pesquera, a consecuencia de una posible afección sobre los servicios de abastecimiento pesqueros explotables. Las extracciones de áridos suelen provocar un efecto vacío (las especies pesqueras huyen de la zona mientras duran las obras) sobre la fauna nectónica de la zona, así como la desaparición temporal de la fauna bentónica (Dir. Gral. de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, MARM, 2009)

#### 5.1.5. Energías renovables

En España, la generación y uso de energía eólica ha experimentado un aumento extraordinario en las últimas décadas, atendiendo a una creciente demanda, con la proliferación de numerosas estaciones eólicas a lo largo del territorio español, muchas de las cuales se encuentran en el litoral por el beneficio de la influencia de los vientos de origen marino. Además, está planeada la instalación inminente de estaciones eólicas offshore, motivada por la bondad de sus condiciones para el viento y, en parte, por la potencial saturación de estaciones en tierra firme.

Los ecosistemas marinos son un enorme reservorio energético, en forma de calor y energía cinética, y esto se aprovecha para generar energía eólica, mareomotriz y undomotriz (las dos últimas en España aún a nivel de experimentación) para el beneficio humano.

Los campos de viento sobre el mar son más intensos, predecibles y constantes que sobre la tierra, donde se encuentran alterados por la topografía del terreno. Actualmente en España no hay campos eólicos *offshore* -situados sobre el lecho marino- aunque están en proyecto-. Algunos molinos están situados en el litoral, aprovechando los campos de viento que proceden del mar.



Figura 14.32. Mapa de las zonas de mayor recurso eólico ( $V > 6$  m/s a 80 m de altura) (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2009). El potencial eólico que alberga la zona marina es considerablemente mayor que el de tierra firme, por lo que la instalación de estaciones eólicas marinas se postula como una actividad que va a cobrar una gran importancia en el futuro inmediato, debido a la gran demanda de energías renovables que existe actualmente y también a la notable mejora de la tecnología que lo permitirá.

España, en 2009, ha sido el segundo país que mas energía eólica ha producido (11.615 MW), por delante de Estados Unidos. España consta de 438 parques eólicos, repartidos por las distintas comunidades autónomas, que significa un 3% de la energía usada en España (Indicadores Ambientales de España, 2010).

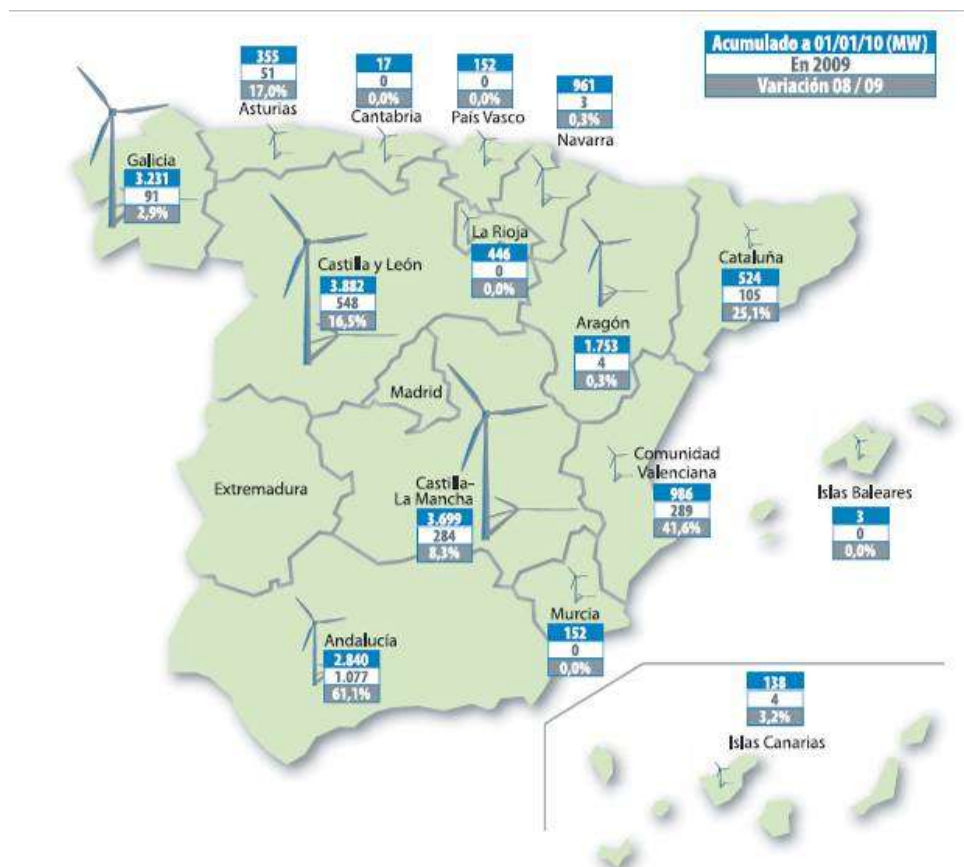


Figura 14.33. Mapa de la potencia (MW) generada por Comunidad Autónoma. Las comunidades con influencia marina que más energía generan son: Galicia, Canarias y Andalucía. (Asociación Empresarial Eólica, 2009)

En términos generales esta fuente de energía evita el uso de combustibles fósiles, la emisión de gases de efecto invernadero y la dependencia económica/energética exterior. La aceleración del gasto energético, la distribución de las reservas de energía y los precios de las materias primas energéticas, confiere a la energía eólica una importancia creciente.

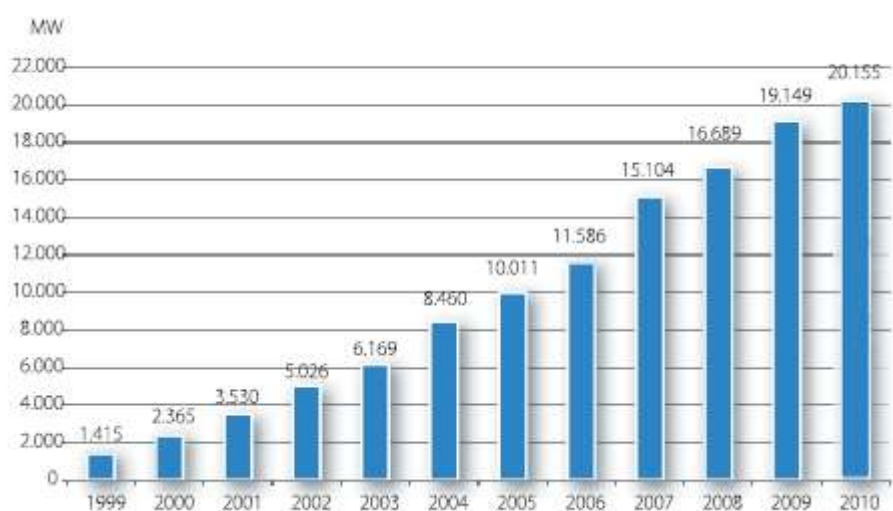


Figura 14.34. Evolución anual de la potencia eólica acumulada en España (1999-2009) (Asociación Empresarial Eólica, 2010).

Las perspectivas europeas para el año 2020 son que ésta participe en un 20% en el consumo energético total de la Unión. Se prevé que en el año 2014 ya se produzca energía eólica de plantas *offshore* y se incremente la cantidad de energía generada con los años. Para ello ya se han empezado los trámites de información a la CCAA sobre el interés de los mismos y el solapamiento son otras actividades.



Tabla 14.14. Objetivos del Plan de Acción Nacional en materia de Energías Renovables (PANER), para la generación de energía para el sector eólico

Energía (GWh)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Total Eólica	40.978	43.668	47.312	50.753	53.981	57.086	60.573	64.483	68.652	73.196	78.255
En tierra	40.978	43.668	47.312	50.753	53.906	56.786	59.598	62.238	64.925	67.619	70.502
Offshore	0	0	0	0	75	300	975	2.245	3.727	5.577	7.75

Por todo ello, el servicio de aprovisionamiento de energía se verá incrementado y concretamente la energía eólica marina es considerada como uno de los servicios de abastecimiento de energía renovables que más pueden contribuir a conseguir este objetivo. Por ello en España se han solicitado la reserva de zonas para la realización de estudios de autorización de seis proyectos, que se ubicarán en las costas de Cádiz, Castellón y Huelva y que alcanzarían una potencia de 1.500 MW.

#### ZONIFICACIÓN AMBIENTAL MARINA PARA PARQUES EÓLICOS - ESPAÑA -

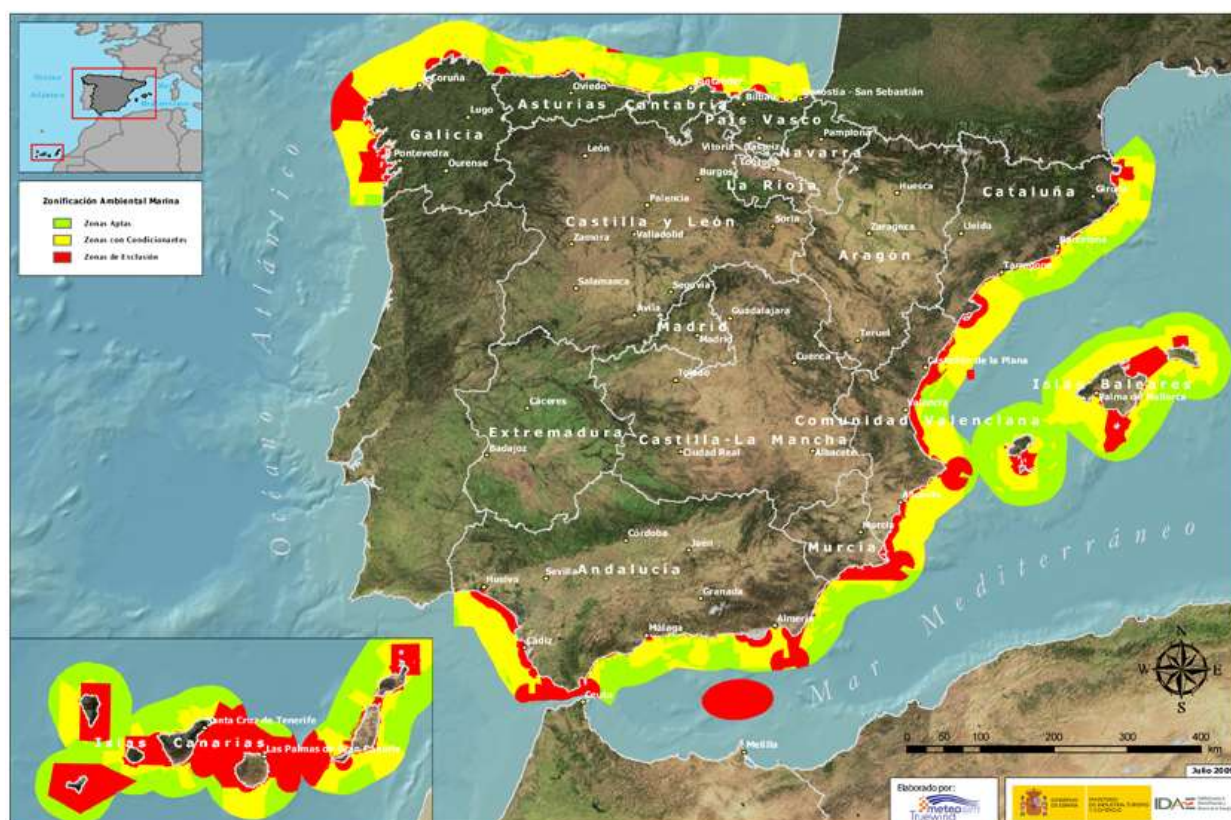


Figura 14.35. Zonificación ambiental las áreas de interés en función de la intensidad de las brisas, evitando las zonas pesqueras, las áreas marinas protegidas, zonas de paso, etc. (Estudio Estratégico Ambiental del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2009).

La energía de las mareas -mareomotriz- es, tras la eólica, la que se ha venido utilizando de manera tradicional en la vertiente Atlántica. Los árabes introdujeron molinos de marea en el siglo XI, donde el recorrido de marea de unos dos metros de altura era significativo y su intensidad/frecuencia altamente predecible. Quedan varios ejemplos en Galicia, Cantabria y Asturias. La diferencia de alturas de la marea se aprovecha instalando estructuras que tengan un movimiento sincrónico con el del mar y éstas se acoplan a un alternador para generar electricidad. En España, el Gobierno de Cantabria y el Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE) quieren crear un centro de I+D+i en el litoral de Santoña; la planta podría atender al consumo doméstico anual de unos 2.500 hogares.

La energía del oleaje -undomotriz- también se puede aprovechar utilizando el potencial de energía contenido en la altura de la ola. La tecnología está poco desarrollada y en España solo existen dos proyectos pilotos en Santoña (Cantabria) y en Mutriku (Euskadi). En 2008, un consorcio de empresas lanzó la “Ola de Santoña”, un proyecto que ocupa medio km<sup>2</sup> con nueve boyas capaces de generar 1350 kW, energía suficiente para abastecer 1000 hogares. De momento solo se ha instalado una primera boya de 40 KW de la planta piloto, la primera de este tipo en Europa. El presupuesto de la primera fase, que incluye la infraestructura eléctrica marina -que se desplegará posteriormente-, asciende a unos 3 millones de euros. En otras zonas de España, como Asturias, han declarado aptas 3 zonas para este tipo de energía.



Imagen 14.9. La fuerza del oleaje marino proporciona un servicio de abastecimiento energético que hace en la actualidad sus primeros pasos en España. Olas en el litoral de Asturias (Manel Royo).

Recientemente está tomando auge la exploración del potencial de las algas para la producción de biocombustibles a medida que se revelan los problemas asociados al uso de los biocombustibles a partir de plantas terrestres (que derivan de alimentos, que consumen suelo y agua). El cultivo de algas puede generar beneficios ambientales, pues podría contribuir a mejorar la calidad de los ecosistemas litorales al reducir la carga de nutrientes -nitrato, fosfato- y secuestro de carbono. En España el desarrollo de esta tecnología ha pasado la fase de investigación y se están empezando las primeras plantas comerciales (en Muchamiel, una instalación de 30 MW de potencia y en Jerez de la Frontera, donde se pretende compensar el CO<sub>2</sub> emitido por una fábrica de cemento).

Como apunte -aunque no propiamente de producción de energía renovable-, el agua de mar también se utiliza como refrigeradora de los motores de embarcaciones o de industrias y centrales nucleares (como la de Vandellós).

Aun así la problemática energética no se soluciona con el cambio a las energías renovables, si no con una reducción consciente del consumo por parte de utilitarios y empresas, a través de la concienciación social y unas políticas reales de ahorro energético.



### 5.1.6. Acervo genético

El acervo genético que albergan los ecosistemas marinos españoles supone un enorme potencial para el desarrollo de la biotecnología, cuya actividad ha aumentado en las últimas décadas en España, atendiendo a las nuevas técnicas y conocimientos que permiten el aprovechamiento de este servicio en favor del bienestar humano.

Los organismos marinos presentan una diversidad filogenética mucho mayor que los terrestres (Ray y Grassle, 1988), por lo que aumenta las estrategias de supervivencia y puede que ostenten una diversidad funcional muy alta, de ello se puede inferir que es una fuente de biofactorías y aplicaciones futuras.

La descripción de genes y las proteínas que estos codifican, de organismos marinos está creciendo globalmente a un ritmo vertiginoso del 12% anual; para incluir, en el año 2008, 4.928 secuencias de genes de 558 especies de organismo marinos ya patentadas (Arrieta *et al.*, 2010). Los procesos en los que intervienen estas proteínas son muy diversos, desde la liquefacción de biocombustibles (para lo que se usan los genes de las *archaeas* de fuentes hidrotermales), hasta la eliminación de la lactosa de la leche.

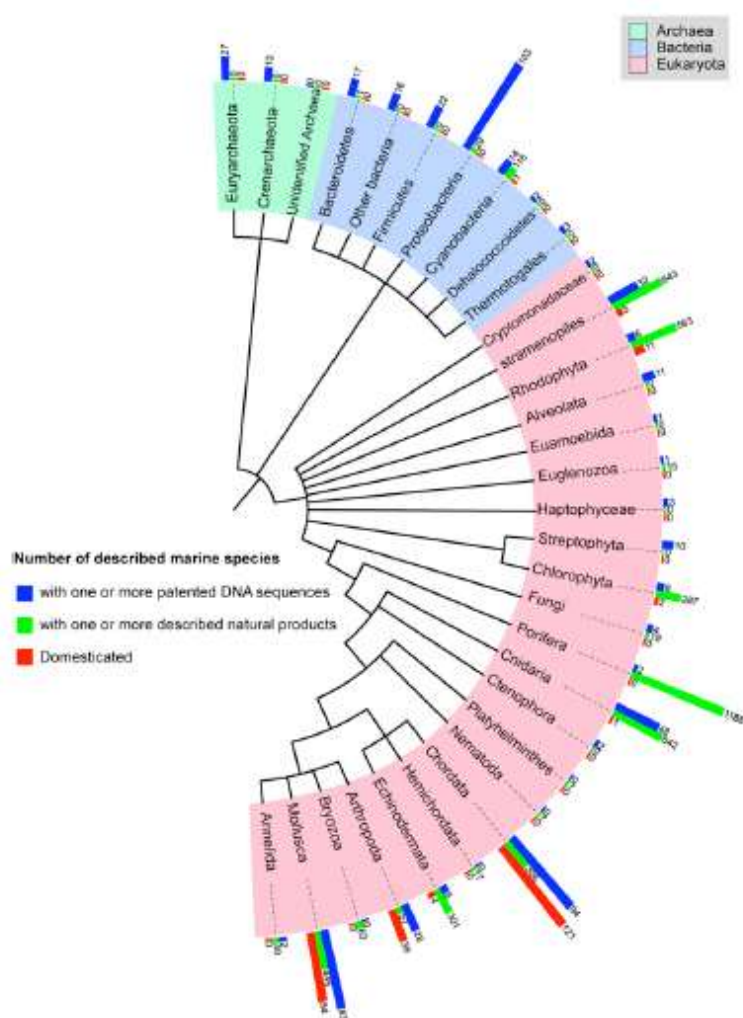


Figura 14.36. Número de especies marinas -diferenciadas por grupos taxonómicos- mundiales sujetas a diferentes usos (Arrieta *et al.*, 2010). Se han descrito más de 18.000 productos naturales pertenecientes a cerca de 4.800 especies marinas, con una rápida tasa de innovación con la descripción de nuevo productos naturales de origen cada año. Los *taxa* más utilizados, hasta el momento, para productos naturales son las esponjas y los cnidarios (medusas y anémonas) y los organismos de los cuales se han patentado secuencias de su ADN han sido las proteobacterias, los cordados y los moluscos (Arrieta *et al.* 2010).

Si embargo esta demanda por los servicios de abastecimiento de acervo genético carece completamente de marco legal. Las oficinas de patentes no requieren que se identifique la especie de la que se extrajo el

gen, ni siquiera el lugar o de dónde se recolectó. Esta falta de información ha sido la causa de la imposibilidad de encontrar el capital natural que ha sido objeto de recurso biotecnológico.

Si la cantidad de especies conocidas de organismos marinos de gran porte es aun muy inferior a la real, en el caso de las bacterias la situación es mucho peor, pero gracias a la aparición de técnicas de secuenciación más baratas, los investigadores están comenzando a explorar el mundo casi desconocido de la diversidad microbiana. Según Carles Pedrós-Alió, investigador del CSIC “Sólo hay unas 6.000 especies de bacterias descritas, pero se estima que tal vez existan entre 100 ó 1.000 millones, ya que la mayoría de ellas son muy poco abundantes o presentan poca actividad biológica”. “Los genes de ese banco de bacterias son una de las reservas de genes más vastas del planeta. Se espera encontrar genes que puedan ser útiles en farmacología, medicina, obtención de biocombustibles, biorremediación, etc.”

Pero esta rica diversidad genética se encuentra amenazada por las diversas presiones a las que el mar está sometido. La pérdida de ecosistema conlleva un desequilibrio de las biocenosis que lo componen, lo que puede llevar a la desaparición de algunas poblaciones o especies de flora o fauna.

Esta gran cantidad, conocida y desconocida, de individuos, poblaciones y especies marinas supone una **“genoteca” de gran valor, entre otras razones, por los usos actuales y potenciales de esa valiosa información que encierran.** Es entonces de gran importancia garantizar su conservación, así como evitar que el uso de este servicio esquilmé poblaciones que forman parte de tal diversidad.

#### 5.1.7. Medicinas naturales y principios activos

En los últimos años, el uso de organismos marinos para fines industriales, farmacológicos y terapéuticos ha aumentado en respuesta a la investigación en el medio marino. El sector privado español e internacional se está empezando a interesar por el potencial que los ecosistemas marinos ocultaban hasta ahora, pese a que se encuentra muy por debajo de otros países como China, Japón o Corea en relación al número de patentes de origen marino.

Los ecosistemas marinos han sido desde la antigüedad fuente de bienestar, salud y de principios activos para diferentes usos. A lo largo de los años, se ha convertido en un importante origen de oportunidades para la industria química, alimentaria, farmacéutica, cosmética, etc.

Uno de los hitos históricos en el acercamiento de la sociedad general al mar fue la extensión de la moda de los baños terapéuticos, a finales del siglo XVIII, entrada del XIX, que prácticamente eran desconocidos, exceptuando para las poblaciones litorales. El mar se asocia y se ha asociado a propiedades curativas, ya bien por sus compuestos químicos, como por sus propiedades físicas o por su presencia. Como ejemplo, la talasoterapia -del griego *Thalassa*, mar, que es en términos medicinales el uso terapéutico de los baños de mar-, los beneficios del clima marino o de elementos como la misma agua de mar, las algas, el barro u otras sustancias extraídas del mar. Los beneficios de la talasoterapia se han evaluado científicamente. Los resultados indican que puede aliviar problemas de salud, con efectividad probada en problemas de reumatismo, como la fibromialgia y la osteoartritis de rodilla; dermatológicos, aliviando problemas de psoriasis; neurológicos, en mejoras del sueño, etc. También existe una gran variedad de productos cosméticos (cremas antiarrugas, bálsamos anticelulíticos, etc.) y fármaco-medicinales (p.ej. el suero fisiológico isotónico, que es directamente agua de mar purificada) cuya base es el agua de mar o algún producto marino (sobre todo algas).

Tabla 14.15. Tabla de las patentes españolas relacionadas con macroalgas. De las 9021 patentes relacionadas con macroalgas encontradas por Mazarraza (datos no publicados) de la base de datos de patentes (Derwent innovation index, a partir de una búsqueda por palabras clave: macroalga, cosmética, etc.), se analizaron 1300 patentes y de éstas, sólo 4 habían sido registradas en España.

Nº Patente	Año	Asignación	Tipo de patente	Propósito general	Taxón	Uso específico
ES2168222-A1;	2003		Química	Extracto químico	Fucus	Antioxidante

ES2168222-B1						
ES2301437-A1; ES2301437-B1	2008		Química	Extracto químico	Porphyra	Prevención del envejecimiento de la piel
ES2156781-A1; ES2156781-B1	2001	Azafran Los Molinos Mancha SL	Alimentaria	Aditivo alimentario	Laminaria	Sazonadores vegetales
ES2182708-A1; ES2182708-B1	2003	Bustos Velasquez R G	Alimentación saludable	Alimentación saludable	Fucus	Vino diurético
ES2301435-A1; ES2301435-B1	2008	Universidad de Malaga	Farmacéutica	Medicinal	Porphyra	Prevención del eritema y otras enfermedades de la piel

En España es conocido el caso de una ascidia colonial filtradora, *Ecteinascidia turbinata*, encontrada en las aguas del *Estany des Peix*, en Formentera, con la capacidad de producir sustancias tóxicas. De entre estas sustancias tóxicas la empresa farmacéutica española Pharmamar ha descubierto una sustancia bioactiva denominada trabectedina (ET 743), capaz de inhibir la reproducción celular, hecho que ha dado lugar a la producción del primer medicamento anticancerígeno español, denominado Yondelis. Esta ascidia se ha cultivado en *Estany des Peix*, hasta que se ha logrado en el año 2003 su producción sintética.

Munro *et al.* (1999) han demostrado la relevancia de los animales marinos -entre otros organismos- como poseedores de una significativa citotoxicidad, cuyas sustancias responsables son muy utilizadas en el tratamiento anticancerígeno. Se demostró la amplia distribución de estas sustancias en los *phylla* marinos, los más destacados en este aspecto son las esponjas, las medusas y los equinodermos.

El mar también puede ser fuente de salud mental, tanto por el disfrute de su presencia en el sentido más espiritual y artístico, como por ayudar en la curación de dolencia concretas. Por ejemplo, el contacto con animales marinos, particularmente delfines, pero también focas, puede tener efectos beneficiosos en el tratamiento de problemas de salud y psicológicos. En concreto de han demostrado mejorías en la presión arterial, el ritmo cardíaco, los niveles inmunoglobulina A en la saliva y los problemas de depresión, ansiedad, autismo y soledad (Duarte, 2006). En España hay diversas iniciativas de tratamientos terapéuticos en parques acuáticos.

Los ecosistemas marinos son fuente de salud, ya que abastecen a la sociedad de alimento de calidad por los elementos esenciales que contienen muchas de las especies que se consumen. La importancia del mar como fuente de alimentación se amplifica por los importantes beneficios de una dieta de origen marino en la salud humana, que repercuten en una mayor salud cardiovascular y reproductiva. Por ese motivo, la OMS recomienda tres comidas de productos marinos semanales.

#### Alimentos marinos saludables

El ácido graso Omega 3 está producido por microorganismos marinos, que se propaga por la cadena alimenticia y se encuentra en abundancia en el alimento de origen marino. Juega un papel importante en el crecimiento embrionario y en la salud humana. Este hecho se desprendió de la relación de su deficiencia con una mayor incidencia de enfermedades de tipo cardiovascular, en comunidades con o sin alimento de origen marino. Se ha encontrado también una conexión entre la ingesta de omega-3 y la mejoría en un amplio número de cuadros de desórdenes mentales, desde el Alzheimer hasta el autismo y el desorden bipolar. Sin embargo estas evidencias no demuestran que los beneficios de la dietas de

origen marino residan exclusivamente en su alto contenido en omega-3, ya que el alimento de origen marino contiene otras sustancias como oligoelementos (selenio y yodo) que pueden contribuir también a estos beneficios. El Iodo y el Selenio tienen demostrado un efecto protector en la salud humana, a través de sus actividad frente a afecciones tiroideas y cáncer de pecho (Peter y Smyth, 2003).



Imagen 14.10. El servicio de abastecimiento de alimento que nos brindan los ecosistemas marinos es especialmente saludable para los humanos. Por ejemplo, el pescado denominado “azul” es fuente de salud gracias a su alto contenido en Omega 3 y oligoelementos. Salazón de sardinas (Manel Royo).

Es importante recalcar que los beneficios del alimento de origen marino posiblemente se deben al conjunto de nutrientes y que además no se producen directamente por los organismos que consumimos, si no que son sintetizados o incorporados por los componentes microbianos del ecosistema marino y se transmiten y se transforman en la cadena trófica para acumularse en aquellos organismos que consumimos. Esta precisión es importante porque el aumento de harinas y piensos de origen terrestre para la alimentación de la producción de acuicultura, en los recientes años, rompe con el proceso natural, es decir, implica el hecho de que los organismos marinos “producidos” no sean producto de una cadena alimenticia marina y por tanto, no se pueda esperar que su ingestión conlleve necesariamente los mismos beneficios.

#### 5.1.8. Transporte marítimo

En los últimos cincuenta años, el tráfico marítimo en España se ha multiplicado por 10, y en los últimos 20 años ha crecido un 45%, llegando a transportar un 76,6% del total (Cajamar, 2002). En este sentido, se puede decir que prácticamente durante toda la década de los noventa el crecimiento del tráfico portuario ha sido netamente superior al crecimiento de la economía española, hecho que pone de manifiesto el dinamismo del sector.

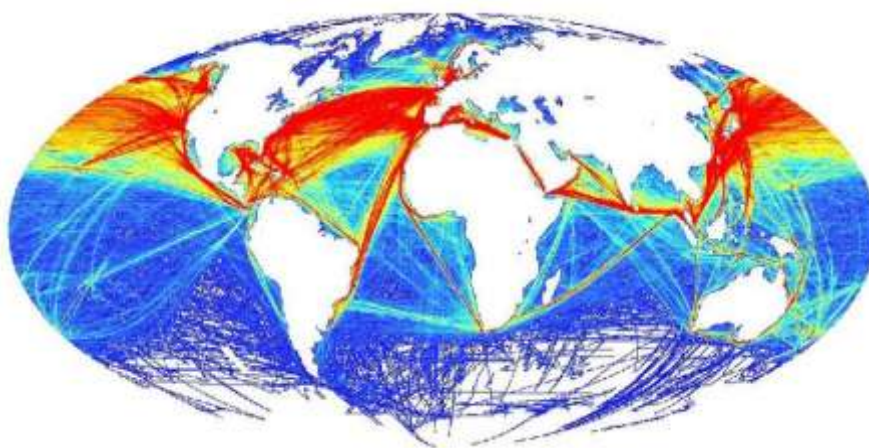


Figura 14.37. Principales rutas comerciales del mundo (<http://www.nceas.ucsb.edu>).

El transporte marítimo resulta ser el medio más importante en España para el tráfico de mercancías, sobre todo en el caso del comercio exterior. Uno de los usos primitivos de los ecosistemas marinos fue el de posibilitar la comunicación mediante el transporte marítimo de bienes y personas. La historia de occidente está fuertemente ligada al comercio marítimo como fuente de poder y riqueza para los pueblos. Considerando la geografía, la historia y la globalización, la UE todavía es muy dependiente del transporte marítimo, pese al aumento del terrestre y el moderno desarrollo del aéreo.

Cerca del 90% del comercio exterior de la UE y más del 40% del interior se hace a través del mar, de manera que en total, cada año, se cargan y descargan casi dos billones de toneladas de mercancías en los puertos de la UE (Duarte *et al.*, 2006). Es destacable que si bien el 90% (en peso) del comercio exterior es marítimo, estos productos transportados solo representan el 6% del valor de la carga importada y el 16% de energía consumida por transporte de mercancía -frente al 82% del consumo por carretera-. Por los puertos de España pasa el 53% del comercio exterior español con la Unión Europea y el 96% con terceros países, aunque el volumen de importaciones es superior -un 85%- frente a un 60% de las exportaciones.

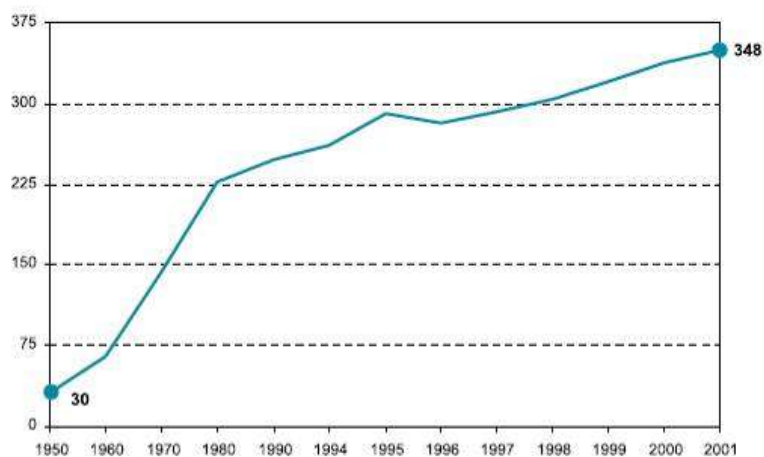


Figura 14.38. Evolución del tráfico portuario español del año 1950 al 2001 en millones de toneladas (Cajamar, 2002). La tendencia general es de incremento del tráfico portuario; en los primeros años -del 1950 al 1990- hubo un incremento medio de 15 millones de toneladas al año. En el período 1990-2000, se desaceleró el crecimiento aunque siguió en ascenso.

Tabla 14.16. En términos generales España el transporte mayoritario, en peso, es el marítimo, seguido del de carretera y, de lejos, el ferroviario y el aéreo (Duarte, 2006).

Modo de transporte	Porcentaje en peso transportado (%)
Marítimo	76,6



Modo de transporte	Porcentaje en peso transportado (%)
Carretera	22,82
Ferroviario	0,35
Aéreo	0,24

La principal ventaja del transporte marítimo y el hecho por el cual sigue manteniendo estas altas tasas de transporte frente a otros es la eficiencia en el uso de energía: el coste energético el transporte por carretera es de 120 g CO<sub>2</sub>/t/km, mientras que el marítimo es de 15 g CO<sub>2</sub>/t/km, al que sólo se le aproxima el ferroviario, 22 g CO<sub>2</sub>/t/km (Duarte, 2006).

En España se transportan todo tipo de mercancías: petróleo, materias primas, cereales, productos textiles, etc. y se da, tanto a nivel estatal, como transnacional. Por las aguas adyacentes al litoral andaluz discurre gran parte del tráfico con origen o destino en puertos mediterráneos y la conexión Canal de Suez-Estrecho de Gibraltar, siendo uno de los flujos de transporte más importante del globo. Por él pasa el 10% del tráfico marítimo internacional.



Imagen 14.11. Los ecosistemas marinos son el sustrato del servicio de transporte marítimo. Embarcación de transporte de contenedores en el Puerto de Santa María, Cádiz (Laura Royo).

Del total de pasajeros (embarcados más desembarcados en España), uno de cada cuatro lo hicieron a través de la Bahía de Algeciras (operación Paso del Estrecho). El segundo puerto por volumen de pasajeros es el ubicado en un *resort* turístico de capital importancia: Santa Cruz de Tenerife, seguidos de Ceuta y Baleares. En los puertos de Málaga y Las Palmas se han experimentado incrementos importantes del 23,1% y 10,0% respectivamente.

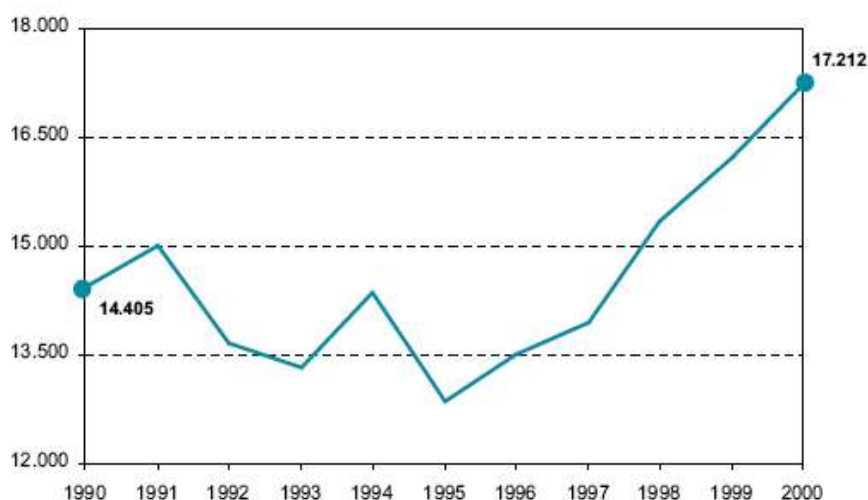


Figura 14.39. La evolución del tráfico marítimo de pasajeros en España en miles de pasajeros (Cajamar, 2002) ha sido positiva, si bien el crecimiento relativo ha sido más moderado que el tráfico de mercancías.



Tabla 14.17. Movimiento de pasajeros de cruceros, los puertos con mayor tráfico son Barcelona y Palma de Mallorca (Anuario Estadístico, 2009).

Ciudad	Pasajeros (millones)
Barcelona	2,2
Baleares	1,2
Las Palmas	0,612
Santa Cruz de Tenerife	0,581



Imagen 14.12. El servicio de transporte marítimo de pasajeros contribuye al desarrollo turístico y se ha convertido en una opción habitual en las agencias de viajes en España. Grandes cruceros atracados en el puerto de Barcelona (Manel Royo).

Los impactos más relevantes de la intensificación del transporte marítimo son el vertido de sustancias tóxicas al mar (ya sea por limpieza de sentinas como por accidentes); el transporte de especies exóticas en las aguas de lastre y sus cascos que puede ocasionar invasiones biológicas; los daños causados por las infraestructuras necesarias para soportar este servicio y el ruido que puede afectar a algunas especies marinas.

## 5.2. Servicios de regulación

Los ecosistemas marinos juegan un papel fundamental en la regulación de muchos procesos que favorecen el mantenimiento de las condiciones idóneas para la vida del planeta. Es una pieza clave en los ciclos de los elementos esenciales para la vida: agua, carbono, oxígeno, nitrógeno, fósforo y hierro. Las corrientes distribuyen el calor, regulan el intercambio de gases con la atmósfera e intercambian materia y energía en la zona litoral. El intercambio de gases y calor entre el agua y la atmósfera amortigua, por ejemplo, las oscilaciones estacionales de temperatura, determina el régimen de lluvias y atenúa el efecto invernadero, factores plenamente decisivos para el bienestar humano.

Cabe comentar la dificultad encontrada a la hora de evaluar este grupo de servicios. Por una parte no existe suficiente información sobre muchos de ellos, al tratarse de procesos en los que intervienen multiplicidad de factores, por las limitaciones experimentales asociadas y porque, además, no suelen ser procesos lineales. Por otra parte, los datos que pueda haber a nivel español resultan escasos para explicar con propiedad el estado de muchos de los servicios de regulación, bien porque no existen, bien porque no son accesibles. En el caso de encontrar datos relacionados con algún servicio, resulta complicado establecer en qué medida los ecosistemas marinos españoles contribuyen al mismo, e incluso de manera más amplia, ya que existen sinergias entre procesos y factores.

Aún así, no es arriesgado afirmar que la gran mayoría de servicios de regulación están en situación de crisis, por encontrarse en mal estado o bajo amenaza de estarlo, ya que los impactos derivados de la actividad humana de las últimas décadas han tenido unos efectos negativos de diversa índole que ha mermado o puesto en riesgo estas funciones esenciales para nuestro bienestar, comprometiendo su disfrute tanto en el presente como en el futuro.

#### 5.2.1. Regulación climática

Los mares y océanos son fundamentales para la regulación de la temperatura a nivel global y local. Las corrientes marinas redistribuyen el calor en el planeta, el mar regula la concentración de gases en la atmósfera a través de la actividad metabólica del plancton marino, que intercambia  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  con la atmósfera, y de los movimientos de hundimiento y afloramiento de aguas en su interior que transportan gases a la atmósfera.

El agua actúa como un gran acumulador térmico, favorecido por su alto calor específico (4 veces superior el del agua al del aire atmosférico a igual temperatura). De forma natural las corrientes transportan ese calor desde los trópicos a latitudes más altas, mecanismo por el cual se da la regulación climática del Planeta. La capacidad de almacenar y transportar calor hace que el mar sea uno de los agentes fundamentales en la regulación climática del Planeta, no solo en su distribución geográfica, si no también en sus patrones de cambio temporal.

Este servicio toma relevancia, ante el escenario actual de calentamiento global, que puede producir, a medio plazo, un colapso de la circulación termohalina del mar, -conocida como el cinturón transportador oceánico-. El aumento de temperatura global puede interferir en el hundimiento de aguas frías y saladas en altas latitudes. Se trata de la principal corriente oceánica que circula por todos los océanos y que también transporta las aguas calientes superficiales de los trópicos al Atlántico Norte que conforman la corriente del Golfo.

La temperatura de la superficie marina tiene implicaciones en las pesquerías, pues tiene un impacto directo en el plancton, en la base de la red trófica, por lo que acaba afectando a poblaciones de organismos de más alto nivel trófico.

La absorción de calor por el mar afecta también al nivel del mar, pues al aumentar su temperatura disminuye la densidad del agua, con lo que la misma masa ocupa un mayor volumen, éste es el fenómeno de expansión térmica, es responsable del 50% de aumento del nivel del mar durante el siglo XX.

##### 5.2.1.1. Regulación climática global. Almacenamiento de Carbono

En los ecosistemas marinos los principales sumideros de carbono son las aguas frías y saladas, que se hunden en altas latitudes, la sedimentación de organismos fotosintéticos al fondo marino y el carbono contenido en los sedimentos de origen biogénico. Ante el creciente aumento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, este servicio se revela como fundamental para el bienestar humano.

El mar almacena el 93% del  $\text{CO}_2$  presente en la biosfera y ha contribuido de forma importante a retirar de la atmósfera el  $\text{CO}_2$  que la actividad humana ha emitido ya que el 42% de este  $\text{CO}_2$  antropogénico está almacenado en el mar.

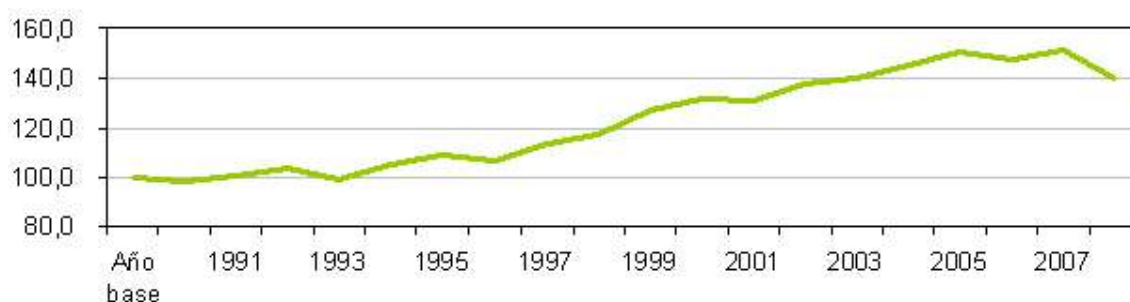


Figura 14.40. Índice de evolución de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en España, en kilotoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (Indicadores ambientales MARM, 2009). El incremento de emisiones de gases de efecto invernadero en España ha sido una tónica general desde la revolución industrial. En esta gráfica que muestra la evolución en los últimos 20 años, podemos ver la misma tendencia, con un ligero decremento del año 2006 al 2007.

El ecosistema marino tiene tres vías fundamentales de absorción y/o secuestro de carbono:

- 1)** Formación de exoesqueletos de carbonato cálcico de numerosos organismos marinos (moluscos, equinodermos, corales, cocolitofóridos y otras algas calcáreas, etc.). La enorme demanda de Carbono de este proceso es muy importante en el intercambio de CO<sub>2</sub> entre el mar y la atmósfera. Por ejemplo, los fondos de Maërl son los ecosistemas que mayor tasa de formación de carbonato tienen en el Mediterráneo, del orden de 2562 g de carbonato total/m<sup>2</sup> y año (Canals y Ballesteros, 1997). También las comunidades algas coralígenas producen 464 g de carbonato total/m<sup>2</sup>/año, llegando a producir 1585 g de carbonato total/m<sup>2</sup>/año en aguas de Baleares (Canals y Ballesteros, 1997).
- 2)** Absorción por procesos de fotosíntesis: el CO<sub>2</sub> también es captado por los procesos de fotosíntesis y convertido en materia orgánica. La mayor parte de este CO<sub>2</sub> utilizado por el fitoplancton vuelve a la atmósfera cuando las plantas mueren o son comidas por otro animal, pero otra parte se pierde en las profundidades del mar en forma de sedimentos. El hundimiento de estos sedimentos se conoce como "bomba biológica de C" ya que bombea CO<sub>2</sub> desde la atmósfera hasta el fondo del mar. La media mundial de producción primaria de plancton marino se estima entre los 80-100g de C/m<sup>2</sup>\*año, aunque en zonas de afloramiento este valor puede llegar a los 500 g de C/m<sup>2</sup>\*año y de 60-80 g de C/m<sup>2</sup>\*año en zonas de latitudes altas. En el fitoplancton marino, la relación entre el peso total de la clorofila y el Carbono orgánico se sitúa entre 1:30 y 1:300, una proporción mucho más elevada que la que se encuentra en la vegetación terrestre, por el hecho que esta tiene muchas estructuras de soporte y transporte desproporcionadamente ricas en C (Margalef, 1994).
- 3)** Captación física por hundimiento de masas de agua: El dióxido de carbono se disuelve más fácilmente en agua fría que en agua caliente y en agua salada que en agua dulce, porque el agua salada contiene iones de carbonato. El tiempo de renovación del mar es de 1000 años, por lo que es el tiempo que permanecería almacenado el agua con el CO<sub>2</sub> disuelto. Las aguas frías se hunden hasta los fondos oceánicos en altas latitudes (en los mares del Polo Sur y en el mar del Labrador y en el Atlántico Norte). Estas zonas son, por lo tanto, las mayores captadoras de CO<sub>2</sub>.

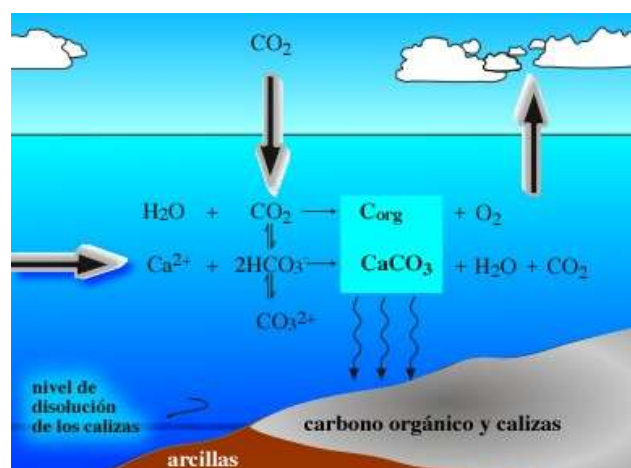


Figura 14.41. Ciclo simplificado del carbono en el mar. El mayor depósito de  $\text{CO}_2$  es, con mucha diferencia, el sedimento, tanto en la tierra como en el mar y en su mayoría está en forma de carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ). El segundo mayor depósito de C es el fondo del mar. El carbono también se encuentra disuelto por toda la columna de agua principalmente como carbonato disuelto ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e iones de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ). Los ecosistemas marino-litorales vegetados, como las praderas de angiospermas secuestran 111 t de C por año (Duarte *et al.*, 2005).

El incremento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera está siendo mitigado por la absorción y secuestro de este  $\text{CO}_2$  en aguas profundas y sedimentos (Raven y Falkowsky, 1999). Esta capacidad no es ilimitada y además, tiene consecuencias para los ecosistemas marinos. Las evaluaciones más recientes apuntan a que la capacidad del mar para captar gases de efecto invernadero se está debilitando, captando el 37% emitido por la humanidad entre 1980 y 2005 -frente al 42% de gases de origen antropogénico en años anteriores- (Bindoff *et al.*, 2007). Por otro lado, un aumento del  $\text{CO}_2$  disuelto en el agua, aumenta la concentración del ión carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), cuya presencia hace disminuir el pH, acidificando el medio, una amenaza importante para los organismos calcáreos porque dificulta la formación de su exoesqueleto.

Las praderas de angiospermas marinas, como por ejemplo la posidonia, al consumen  $\text{CO}_2$  y desprenden  $\text{O}_2$  y los animales que viven asociados a ella, respiran  $\text{O}_2$  y emiten  $\text{CO}_2$ , llegando a un equilibrio de gases. Debido a que los restos de hojarasca que se depositan después de las tormentas sobre la playa no son muy degradables por bacterias u otros organismos, por lo que finalmente hay un consumo neto de  $\text{CO}_2$  y una liberación de  $\text{O}_2$  a la atmósfera (Duarte, 2003).

La formación de nubes tiene una gran implicación en la regulación del clima. Algunos componentes de los ecosistemas marinos actúan como núcleos de condensación de nubes, este es el caso del plancton marino a través de la emisión de dimetilsulfuro (DMS) como sustancia antioxidante y regulador osmótico. Este compuesto de azufre volátil regula, por tanto, la formación de nubes y, con ello, afecta al balance radiativo y los patrones de lluvia del planeta Tierra.



Imagen 14.13. Uno de los servicios menos evidentes que proporciona el mar es la formación de nubes, elemento esencial dentro de la regulación climática. Formación nubosa encima del mar (Inma Ferriz).

#### 5.2.1.2. Regulación climática regional y local

Los mares y océanos tienen una gran influencia en el clima regional y local, determinando fuertemente las características de las zonas litorales frente a las de zonas de interior. Los efectos del ecosistema marino sobre la regulación climática local son esenciales para el bienestar humano por disminuir sensiblemente las amplitudes térmicas, mayores en áreas interiores de la Península Ibérica; facilitan condiciones adecuadas para ciertos cultivos y hacen más placentero el clima para la población residente y visitante.

El mar intercambia dinámicamente energía con la atmósfera. Esta energía alimenta los vientos que, a su vez, generan corrientes marinas locales y oleaje. Los movimientos producidos por los vientos que resultan en fuertes corrientes -como por ejemplo en la corriente del Golfo- que transportan de calor hacia el Norte, hacen que el Norte de Europa sea mucho más cálido que esas mismas latitudes en Norte América. Estos efectos se dejan también sentir en toda España. Por ejemplo, las oscilaciones de presión del Atlántico Norte (NAO) condicionan el clima: precipitación, temperatura, régimen de vientos, evapotranspiración, etc. de las regiones Noratlánticas, incluyendo la península Ibérica.

El proyecto MTP (*Mediterranean Targeted Project*), sugirió que el aumento de la salinidad del Mediterráneo a causa de la reducción de aportes de los ríos por la construcción de embalses puede tener consecuencias para el clima de Europa. La corriente de agua salada que sale del Mediterráneo por el estrecho de Gibraltar contribuye a la formación de la Corriente del Golfo, factor clave del clima europeo. Las consecuencias del aumento de la salinidad de esta corriente, directamente relacionadas con la de las aguas del Mediterráneo, son difíciles de predecir a largo plazo pero podrían empujar la Corriente del Golfo hacia el oeste, lo que causaría un grave enfriamiento de la Europa del Norte o, al revés, empujar a dicha Corriente hacia el este, lo que calentaría el clima norteno.

#### 5.2.2. Regulación de la calidad del aire

Los ecosistemas marinos interactúan con muchos compuestos atmosféricos, modificando su concentración. Algunos de estos compuestos pueden ser nocivos para el bienestar humano y por eso esta capacidad potencial del mar para regularlos es importante. La interacción entre el medio marino y el atmosférico se produce en la superficie del mar, en procesos de intercambio por equilibrios químicos. Cada compuesto tiene sus tasas de dilución, sedimentación etc., por lo que el estudio de estos procesos es realmente complejo y vasto.

Las brisas marinas juegan un papel importante en la renovación del aire en las zonas litorales y más o menos tierra adentro, dependiendo de la orografía del terreno. Este hecho favorece la existencia de una

mejor calidad ambiental en los núcleos de población litorales, sumándose a otros factores positivos que confluyen en la concentración poblacional en las zonas litorales españolas.



Imagen 14.14. Las localidades situadas en la costa se benefician mayormente del servicio de regulación de la calidad del aire ya que reciben directamente las risas marinas que favorecen la renovación del aire. Cudillero, Asturias. (Paloma Carrillo de Albornoz).

### 5.2.3. Regulación hídrica

Los mares y océanos funcionan como un enorme y, aparentemente, infinito reservorio de agua que, gracias sobre todo al magnífico proceso de la evapotranspiración, abastece del elemento esencial al ciclo del agua. Así, podemos afirmar sin lugar a duda, en España y en cualquier otro lugar que posea mar, que la existencia de éste es fundamental para la regulación del ciclo del agua. Por la enorme cantidad de agua que comprenden los ecosistemas marinos, el servicio de regulación hídrica se encuentra en buen estado, los cambios en la descarga de ríos, aumento de la evapotranspiración por el aumento de la temperatura, la extracción de agua para el uso en desaladoras, etc. modifican el ciclo del agua localmente, pero no se traducen en una pérdida de la calidad del servicio de regulación hídrica.

### 5.2.4. Regulación de calidad del agua

El mar ha sido y es uno de los vertederos preferidos de la humanidad, tanto porque la población ha tendido a concentrarse en sus proximidades y, por lo tanto también sus residuos, como por la comodidad de arrojar los deshechos al mar, “perderlos de vista” y no tener que gestionarlos -a diferencia de los residuos que quedan en la tierra-. Este hecho supone que se han vertido al mar, incalculables toneladas de residuos de todo tipo a lo largo de la historia, y mucho más intensamente en las últimas décadas por el aumento demográfico y los cambios en nuestro modo de vida.

Las razones por las cuales el mar puede actuar como depurador de aguas son principalmente: su volumen, su contenido en oxígeno, el oleaje, la radiación y la salinidad. Su vasta extensión, facilita la dilución de las sustancias. El agua de mar a 15°C y con una salinidad de 36 ‰ contiene 8.079 mg/L (APHA, 1992); de oxígeno disuelto, éste puede neutralizar parte de la DBO de un agua residual. La elevada salinidad y la prolongada exposición a la radiación solar le confieren poder bactericida, reforzada por la acción de otros organismos. La composición del agua del mar favorece la transformación de algunos compuestos químicos potencialmente peligrosos en otros más inocuos; hay numerosos microorganismos que absorben y acumulan en sus tejidos sustancias tóxicas, que dejan de estar entonces libres por el medio; otros microorganismos pueden utilizar algunos compuestos tóxicos como alimento, de manera que los hacen propagarse por la red trófica, otras sustancias acaban por sedimentar ligadas a otro elemento, perdiendo toxicidad y acumulándose en los fondos marinos, quedando por mayor o menor tiempo fuera de circulación. Los organismos filtradores captan partículas y compuestos y las incorporan a sus tejidos, en este caso si este organismo es capturado y consumido, llegará de manera directa al ser humano, pudiéndole producir graves problemas.



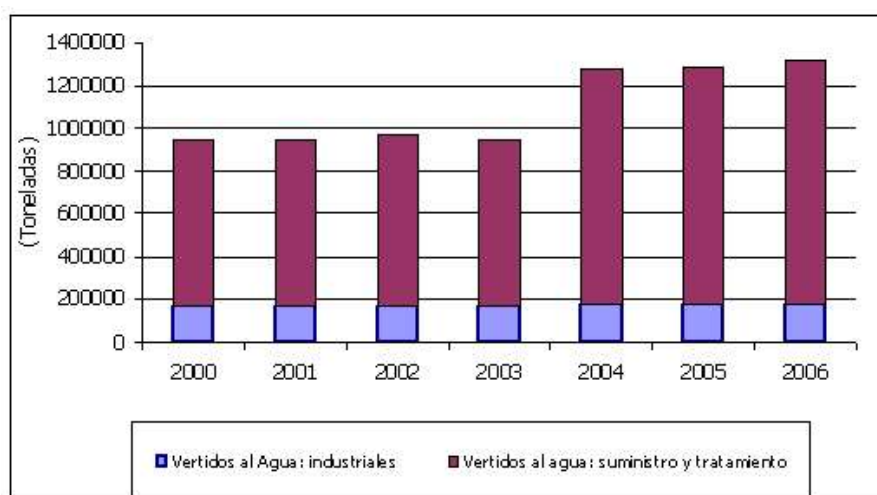


Figura 14.42. Toneladas totales vertidas al agua, industriales y de suministro y tratamiento del año 2000 al 2006 (INE, 2010). Se observa un aumento generalizado de los vertidos, la mayoría de ellos -entre un 80 y un 90%- son de aguas de suministros y tratamiento y el resto de tipo industrial. Del año 2003-2004 se observa un fuerte incremento del 33%. Los vertidos al agua, ya sea a los ríos en el interior de la península como a través de emisarios submarinos en el mar, acaban llegando al mar de una u otra manera, menos una pequeña parte que se pueda infiltrar.

En España, se ha llegado locamente al límite de esta capacidad almacenadota de residuos y **“depuradora” del mar en muchos casos y en otros la situación está cerca de ese límite**. Así, nuestros mares, más comúnmente en el litoral (y sobre todo en la zona de influencia de las desembocaduras de ríos) aunque también en áreas de alta mar, sufren episodios de contaminación en su más amplio sentido, de más o menos persistencia en el tiempo, pero casi siempre con efectos negativos para la calidad del ecosistema: muerte de seres vivos por ingestión de sustancias tóxicas, mariscos con niveles de acumulación de metales pesados nocivos para nuestra salud, colmatación de bahías por exceso de sedimentos, eutrofización, hipoxia, etc.



Figura 14.43. Grado de conformidad de con la Directiva Europea relativa al tratamiento de las aguas residuales urbana (Perfil Ambiental, 2009). Cada año el tratamiento de las aguas se ajusta mejor a las directrices de la normativa, llegando a un 78% en el 2008. Aun así hay algunas comunidades autónomas que están por debajo de la media: Andalucía con un 50%, Canarias con un 52% y Galicia con un 60%. Las aguas que no cumplen la directiva tienen niveles preocupantes de DBO, DQO y sólidos en suspensión preocupantes para los ecosistemas marinos (Directiva 91/271/CEE).

La sociedad española está expuesta a algunos de estos compuestos o elementos a través de la alimentación, concretamente a través de la ingesta de alimentos procedentes de la pesca. Para el caso del Mercurio, los niveles de ingesta se sitúan muy por debajo de los niveles máximos recomendados.

Tabla 14.18. Ingesta de metales pesados en algunas provincias españolas. Ingesta semanal tolerable provisional = *Provisional tolerable weekly intake* (PTWI) (Hg)= 43 µg/día; PTWI (Pb)= 249,6 µg/día (persona de 70 kg); PTWI (Cd) = 70 µg/día (persona de 70 kg). Sólo en el caso de Madrid y el Plomo se superan los niveles preventivos de ingesta semanal (en rojo).

Comunidad	Ingesta Hg (µg/día)	Ingesta Pb (µg/día)	Ingesta Cd (µg/día)
Canarias	5,45	114,76	22
Madrid	10	574	16
Galicia	9	106	23
Valencia	4	40,3	29
Andalucía	13	56,6	29
Tarragona	1	14,77	56,3
Sevilla	-	-	18,1

Los resultados de un muestreo de los niveles de contaminantes realizado sobre aceites de pescado comercializados en Europa arrojaban datos de contaminación en la práctica totalidad de las muestras (Jacobs *et al.*, 1997; 1998). En los peces marinos de España los niveles de plaguicidas que se han encontrado han sido de 20,72 ppb (peso seco) en el caso de DDT y 0,68 ppb en el de hexaclorobencenos (HCB) (Sánchez *et al.*, 1993), siendo muy superiores a los encontrados en el Hemisferio Sur, pero inferiores a los de zonas tan industrializadas como el Mar del Norte o las costas Norteamericanas.

Un estudio de 2002 de la revista '*Environment Toxicology and Chemistry*', liderado por Damià Barceló, del Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales del CSIC en Barcelona, analizó el agua y los sedimentos de 39 puntos del litoral mediterráneo, tomados en diferentes temporadas. Se encontró que en el 47% de las aguas del litoral mediterráneo español y en el 77% de sus sedimentos hay sustancias químicas utilizadas en productos habituales de higiene y de limpieza doméstica, cuya contaminación puede afectar al sistema hormonal y a la reproducción de la fauna marina. Algunos compuestos químicos (los surfactantes, químicos habituales en el champú, en detergentes domésticos o industriales y en lavavajillas) que se emplean en procesos industriales y en productos de higiene personal y de limpieza doméstica, continúan siendo una fuente preocupante de contaminantes orgánicos en el litoral español. Además, se han encontrado productos resultantes de la degradación de estos elementos químicos, algunos de ellos tanto o más peligrosos que el producto original. Se trata de unos compuestos que son potenciales 'disruptores endocrinos', como es el caso del nonilfenol, que alteran el sistema hormonal, afectan a la reproducción de los animales y al equilibrio de los organismos».

Un descriptor para evaluar el estado y la tendencia de ciertas variables que afectan la calidad de las aguas es la calidad de aguas de baño, medida a través de los siguientes factores: coliformes totales, coliformes fecales, salmonella, enterovirus, pH, color, aceites Minerales, sustancias tensoactivas, fenoles y transparencia-.

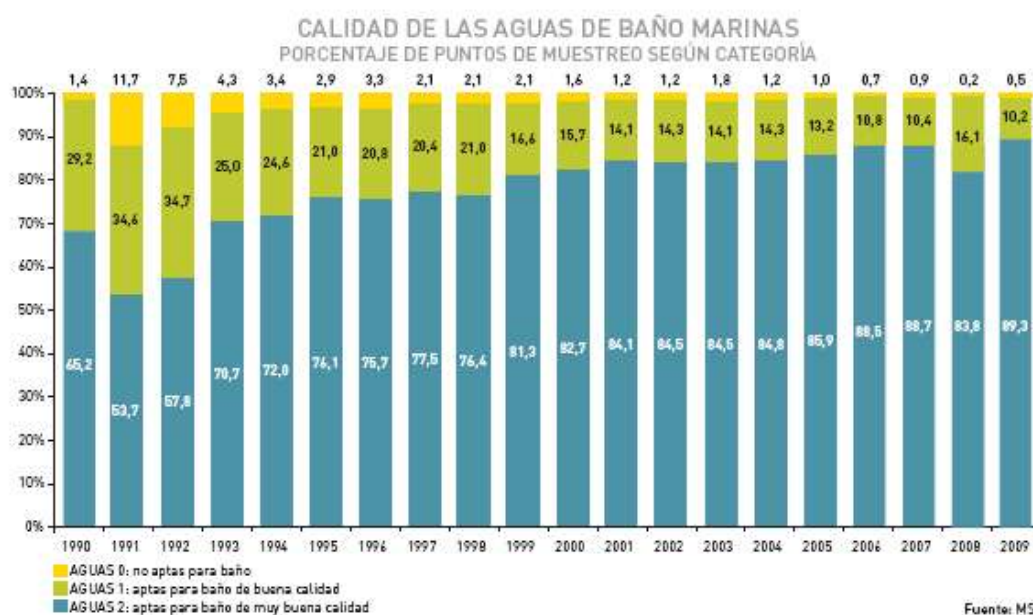


Figura 14.44. Evolución de la calificación de los puntos de muestreo en España del 1990 al 2009 (Perfil Ambiental, 2009). La evolución de la calidad de las aguas de baño ha mejorado continuamente, hasta llegar al máximo en el último año, un 89,3% fueron aguas de tipo 2: aptas para baño de muy buena calidad) y sólo el 0,5% de aguas de tipo 0: no aptas para el baño.

### 5.2.5. Regulación morfosedimentaria

Los ecosistemas marinos tienen la capacidad de regular los procesos sedimentarios ya que reciben los sedimentos procedentes de las cuencas fluviales, generan sedimentos que proceden de esqueletos de organismos marinos, regulan la tasa de sedimentación de partículas suspendidas en la columna, desarrollan las corrientes de deriva que transportan sedimento a lo largo del litoral, etc.

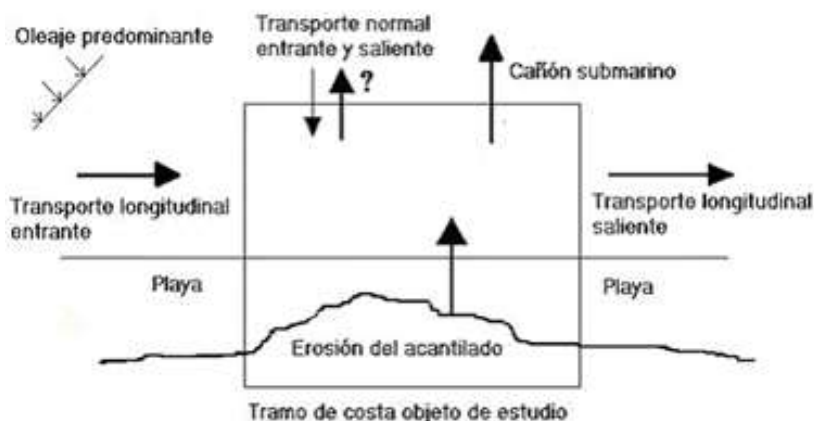


Figura 14.45. Esquema de los procesos más influyentes en el balance sedimentario marino-litoral (Juanes, 2003). De estos procesos de regulación surgen formas sedimentarias como los sistemas playa-duna -compartidos con los ecosistemas litorales-, los cañones submarinos -que son la vía de transporte de materia de la plataforma continental al talud-, etc.

La erosión es un proceso natural que siempre ha existido y que ha dado forma a las costas, pero cuya su dimensión actual está lejos de ser la natural a causa de la influencia de las actividades antrópicas en los procesos costeros. En España, en 2001, aproximadamente un 12,5% del conjunto de costa estaba afectada por serios impactos de erosión. En la mayor parte de las zonas afectadas existe un retroceso efectivo de la línea de costa, que se traduce en una media de unos 757 km de costa. De éstos, 214 km

han sido protegidos artificialmente y aun así un 68, 69% de estos últimos ha continuado con el problema erosivo (Eurosion, 2006).

La disminución de los sedimentos y la reducción de espacio de la zona litoral activa han provocado una situación de estrés, alterado los flujos naturales de regulación sedimentaria. Las actividades que imponen una mayor presión sobre este servicio son: el encauzamiento fluvial, la construcción de presas, las obras litorales, los dragados (en los años 90 se dragaron del fondo del litoral marino hasta 25 millones m<sup>3</sup>/año), la utilización intensiva de las orillas para el uso recreativo y el turismo, y la extracción de materiales gravas y arenas destinadas a la construcción. La urbanización del litoral se ha convertido en un problema continuo y de creciente intensidad. En muchas zonas litorales el retroceso de la línea de costa viene acentuado por la actividad humana y la artificialización del litoral. La pérdida de sedimentos amplifica este desequilibrio.

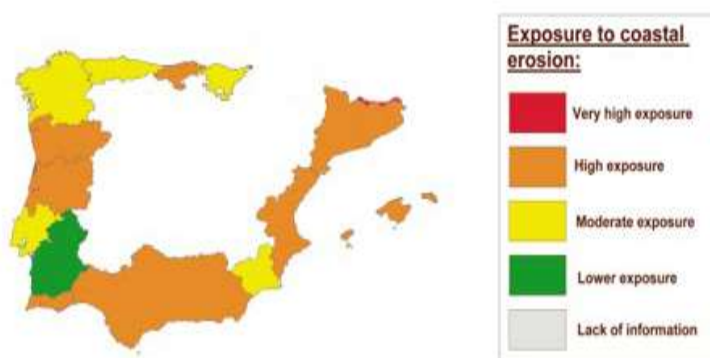


Figura 14.46. Mapa de la exposición de las regiones litorales de España frente la erosión (Eurosion, 2006) (modificado). Las comunidades de Catalunya, Illes Balears, Comunidad Valenciana, Andalucía y Cantabria tienen una alta tasa de exposición a la erosión. Las variables que se han utilizado para calcular el grado de exposición han sido, entre otras, el aumento del nivel del mar, el nivel de urbanización del litoral o la inestabilidad litoral.

Las praderas de *Posidonia oceanica* como pieza clave en la regulación morfosedimentaria en el Mar Mediterráneo

El ecosistema de fanerógamas marinas juega un papel esencial en el desarrollo y mantenimiento del equilibrio del sistema playa-duna, su importancia radica en los siguientes factores:

- Conforman el hábitat para organismos de esqueleto calcáreo, convirtiéndose en una fuente importante de sedimento para el litoral (Hesp, 1984), y en el caso de zonas sin aportes fluviales -p.ej. las Islas Baleares-, la principal fuente. Se estima la producción carbonatada neta en 65g de carbonatos/año/m<sup>2</sup> pradera (Canals y Ballesteros, 1997).
- La presencia de praderas, aumenta la rugosidad del fondo y disminuye la profundidad crítica de disipación del oleaje, así la ola rompe más alejada de la costa que si no hubiera pradera, amortiguando así el efecto de procesos erosivos. La absorción de las olas puede llegar a ser entre el 30 y 40% de la energía total (Bouderesque *et al.* 1982). De este modo la tasa de erosión de sedimentos es de entre 4 y 6 veces inferior a la ausencia de esta pradera (Terrados y Duarte, 2000).
- La superficie foliar de la posidonia interrumpe la trayectoria de las partículas suspendidas, que acaban depositándose en los rizomas (Hendriks *et al.* 2008), de manera que retiene el sedimento.
- La disposición paralela a la línea de costa de las praderas permite retener la arena de los bancos sumergidos, impidiendo que esta se desplace hacia zonas más profundas y favoreciendo el mantenimiento del litoral arenoso (Hemminga *et al.* 1990).
- La gran mayoría de las hojas se desprende y se deposita en el litoral, por una parte amortiguando la energía del oleaje que llega a la costa y, por tanto, protegiendo de erosión y, por otro lado, al depositarse éstas sobre la *foredune*, contribuye a la formación del sistema playa-duna. El arribazón es un aporte indispensable de materia orgánica y nutrientes al sistema playa-duna por suponer casi la única entrada a este sistema pobre en aportes. El arribazón facilita así, el establecimiento de comunidades de plantas y de micorrizas fijadoras de P y estabilizadoras del sedimento (Koske y Polson, 1984).
- El entramado de rizomas funciona como almacén de sedimento en la zona litoral.

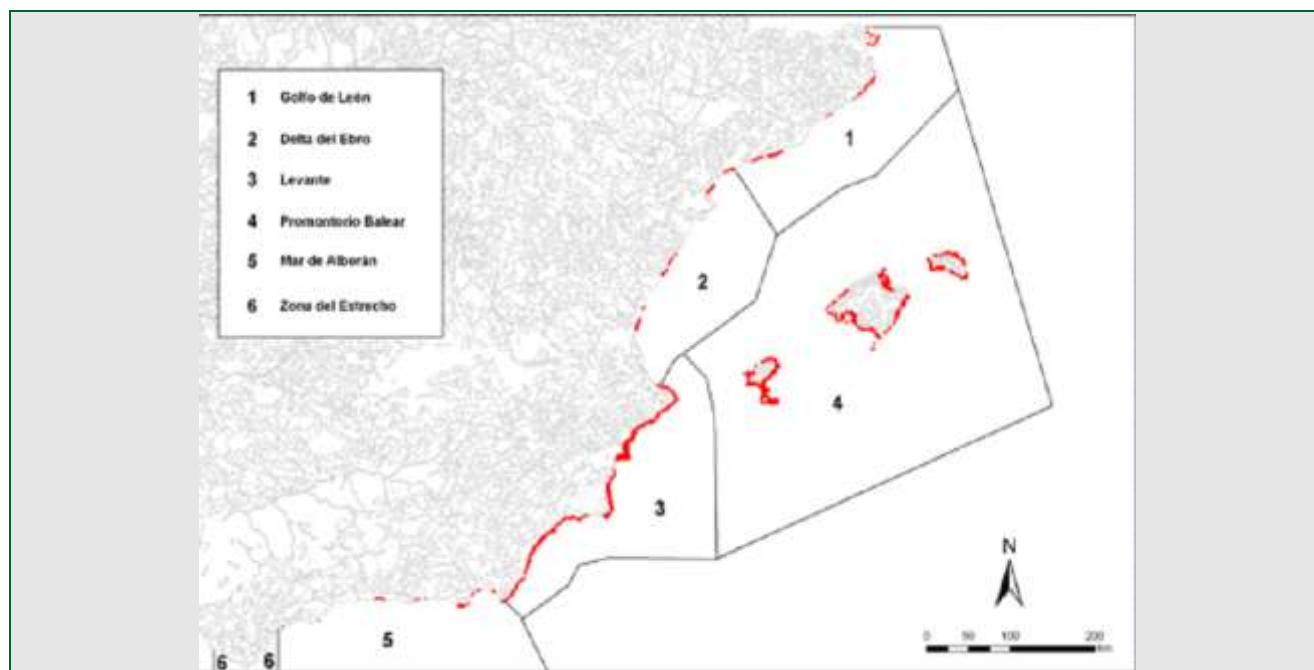


Figura 14.47. Mapa de las ecorregiones mediterráneas en el litoral español y distribución aproximada del hábitat Praderas de *P. oceanica*. En la zona 1-Golfo de León se han cartografiado 29,6 km<sup>2</sup>; en la 2-Delta del Ebro, 9,2 km<sup>2</sup>; en 3-Levante, 386,8 km<sup>2</sup>; 4-Promontorio Balear, 377,6 km<sup>2</sup>; 5-Mar de Alborán, 8,3 km<sup>2</sup>; No asignadas: 82,9 km<sup>2</sup>. El tamaño de las praderas no aparece a escala, sino que está exagerado para que se vean los puntos mas pequeños (Díaz Almela y Marbà, 2009).



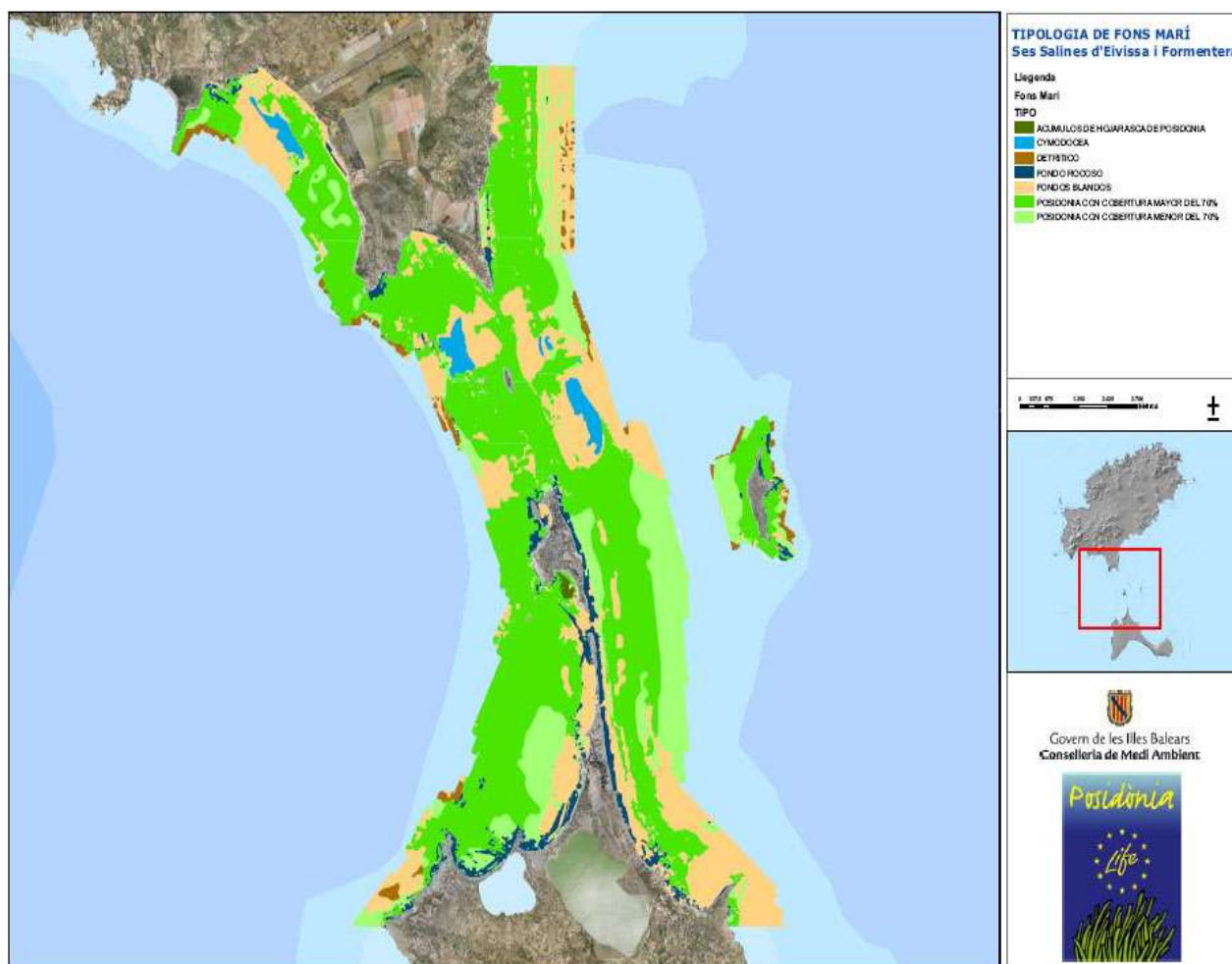


Figura 14.48. Detalles de las praderas de posidonia entre las islas de Ibiza y Formentera. Estas praderas están muy influenciadas por los impactos procedentes de la zona litoral, así como otros tierra adentro, ya que, como se ve, tienen una distribución más o menos próxima al litoral debido a sus requerimientos lumínicos. ([http://lifeposidonia.caib.es/user/carto/index\\_cs.htm](http://lifeposidonia.caib.es/user/carto/index_cs.htm)).

Dado que en España los procesos de erosión litoral se llevan produciendo desde hace años, se han tomado medidas para paliar estos impactos. Las principales respuestas han sido la construcción de obras **“duras” como espigones, rompeolas, etc.**; las regeneraciones artificiales de la playa y las medidas de conservación del sistema dunar. La carga económica de estas respuestas la soportan los fondos públicos estatales y regionales, en el período 2004-2008, el Gobierno de España se gastó casi 170 millones de • para traslocar la arena de un sitio a otro (Dirección General de Costas, 2008). Las regeneraciones artificiales tienen un efecto directo sobre el tamaño de la playa utilizable, pero no siempre sirven para solucionar la causa del problema erosivo de forma permanente si la playa no se encuentra en equilibrio; es más, a veces empeoran la situación generando relaciones de dependencia. Si la regeneración artificial de playas sigue siendo la única medida de gestión para paliar este problema y mejorar los servicios turísticos, los gastos del sector turístico aumentarán año tras año, con consecuencias ambientales graves a causa de la dependencia que genera en estos ecosistemas y los impactos negativos.

#### 5.2.6. Fertilidad del medio

La fertilidad en los ecosistemas marinos ocurre de manera muy distinta que en los terrestres. El peso de la misma no se concentra en el suelo, si no que lo hace en la columna de agua y, en especial, en los primeros 100-200 metros de profundidad, la zona fótica. En esta zona es donde se da lugar el proceso de producción primaria a través de la fotosíntesis, base de la cadena trófica. Lo que suceda, por tanto, en esta zona respecto a la disponibilidad de nutrientes, condicionará al resto de elementos de la red trófica

marina, con implicaciones directas sobre la condición de los ecosistemas marinos y los servicios para el bienestar humano que proporcionan, por ejemplo, sobre el estado de las poblaciones objeto de pesca.

La organización funcional de los océanos es tal que la concentración de los nutrientes principales, P y N, es mínima en la zona fótica. La concentración aumenta con la profundidad al hundirse asociados al cuerpo de organismos, sus cadáveres o excrementos, hasta una profundidad donde las concentraciones permanecen más o menos constantes hasta el fondo. Las extensiones de agua donde los nutrientes ascienden son menores y progresivamente menores cuando nos vamos acercando a la superficie. Estos hechos condicionan la productividad primaria marina y nos encontramos con grandes extensiones yermas. Los procesos de mezcla de la columna de agua y de afloramiento favorecen el ascenso de estos nutrientes.

La actividad humana vierte una gran cantidad de nutrientes al mar, principalmente a través de los ríos, las aguas de escorrentía procedentes de la agricultura, las aguas residuales urbanas y de las aguas residuales industriales. Estos aportes, en principio, deberían ser una ventaja para los ecosistemas marinos dadas las condiciones de fertilidad antes expuestas. Sin embargo, el hecho de que estas entradas de nutrientes sean masivas y/o continuadas en el tiempo, convierte el fenómeno en una desventaja total, hasta el punto de ser uno de los impactos más graves que los ambientes marinos sufren, sobre todo de manera localizada y habitualmente cerca del litoral. Las razones por las que ocurre tienen que ver con un efecto en cadena derivado de la utilización de los nutrientes por parte de los productores primarios, que a su vez son comidos por el zooplancton que, junto con una alta actividad bacteriana que descompone los restos del fitoplancton producido, induce a altas tasas de respiración, consumo de oxígeno y, en algunos casos, condiciones de hipoxia. La hipoxia limita la fertilidad marina alterando los ciclos de fósforo y nitrógeno. Además, si este fenómeno persiste en el tiempo, los seres vivos afectados acaban muriendo, por lo que puede ser una causa de destrucción del ecosistema. La reversión de este impacto no es siempre posible y no es lineal, hecho que dificulta la recuperación de estos ecosistemas una vez superado el umbral de la anoxia.

#### 5.2.7. Amortiguación de perturbaciones

En general asociamos el concepto de riesgo en el mar a todos aquellos eventos de origen natural o antropogénico susceptibles de originar cambios importantes en el mar o muy especialmente en las zonas litorales. Estos cambios pueden producirse por procesos físicos, geológicos, químicos y/o biológicos, así como socioeconómicos; afectar tanto a escalas espaciales microscópicas como macroscópicas, y actuar en escalas temporales muy diversas. El efecto de dichos riesgos depende de las características locales y, muy especialmente, de la capacidad de los ecosistemas marinos afectados para adecuarse a los cambios sin variar su estructura y funcionalidad (resiliencia).

Lamentablemente, la actividad del ser humano ha modulado substancialmente los riesgos, dado que modifica, obstruye o fomenta los cambios naturales directa o indirectamente e induce de forma directa cambios debido a diferentes actividades en el mar o en el litoral. Los riesgos de origen natural en el litoral más comunes son los derivados de ciclones tropicales (huracanes y tifones), la inundación por temporales, la erosión costera, los tsunamis y la penetración de cuñas salinas. Sin embargo, existen muchos otros riesgos de origen antropogénico, como el derrame de hidrocarburos, la contaminación, la construcción de infraestructuras como puertos, espigones, etc. que hacen de barrera para el transporte de sedimentos, los dragados, la consolidación y ocupación del litoral, la salinización o la eutrofización de zonas costeras. Los riesgos pueden ser también biológicos, incluyendo las especies invasoras, que causan daños a los ecosistemas y a los servicios que prestan a la sociedad, especies tóxicas o agresivas que generan riesgos para la salud, como las mareas rojas y especies que dañan estructuras.

La probabilidad o frecuencia de que ocurra una catástrofe no es el único elemento que hay que tener en cuenta a la hora de realizar una correcta evaluación de riesgo. Por ejemplo, el riesgo de catástrofe debido a tsunamis en el litoral español, generalmente llamado peligrosidad, es muy pequeño, dado que prácticamente no tenemos datos históricos de este tipo de eventos en nuestras latitudes. Sin embargo, la

correcta evaluación del riesgo implica tener en cuenta no sólo la probabilidad de ocurrencia o frecuencia, también es necesario añadir: la intensidad o magnitud del evento, la vulnerabilidad de la zona expuesta y finalmente el valor económico y social de la zona potencialmente afectada.

Los ecosistemas que cumplen la función de dispersar la energía de mar a tierra son las praderas de angiospermas, los sistemas playa-duna y las marismas litorales. Cuando se altera el funcionamiento de éstos o se eliminan directamente, esta función queda al descubierto y se han de tomar medidas como la construcción de infraestructuras litorales de protección. La construcción y el mantenimiento de las mismas tienen un coste económico y ambiental muy superior a la conservación de los ecosistemas que ofrecen ese servicio natural, gratuita y eternamente.



Imagen 14.15. Los sistemas playa-duna aseguran el servicio de regulación morfosedimentaria de manera natural. Es Comú de Muro, Mallorca (Ma Àngels Ferragut).

Otro caso de riesgo presente en España son las mareas rojas. Algunas algas dinoflageladas pueden producir sustancias tóxicas, que al ser consumidas por los humanos pueden causar desde diarreas hasta problemas de salud más severos. A modo de ejemplo, la toxina paralizante PSP tiene una amplia distribución a nivel mundial, y en España en diversos puntos del litoral, afecta al sistema nervioso, pudiendo causar, en casos agudos, el cese de la respiración. En Galicia son frecuentes y especialmente tenidas en cuenta por la importancia del sector extractivo, por ello se ha desarrollado un eficaz sistema de vigilancia y monitorización que permite cerrar la zona afectada antes que llegue al consumidor.

#### 5.2.8. Control Biológico

Uno de los grandes agentes de transformación de los ecosistemas marinos como consecuencia de las actividades humanas en la zona litoral es la introducción de especies nuevas en zonas donde no están presentes de forma natural. En algunos casos la introducción de especies se debe a la apertura de la comunicación entre cuerpos de agua separados hasta el momento. En muchos casos, sin embargo, la introducción de especies se produce como consecuencia del transporte de individuos entre distintos cuerpos de agua, sobre todo en el agua de lastre de los barcos; otras causas pueden ser el transporte de éstas fijadas al casco y/o aparejos de los barcos; la comercialización de productos de la pesca y la acuicultura; actividades recreativas como la acuariofilia pueden contribuir también a la introducción de especies.

La mayoría de estas especies transportadas entre mares distintos normalmente no son capaces de sobrevivir en el nuevo ambiente por tener condiciones ambientales muy diferentes y mueren. Se estima que alrededor de 4.000 especies viajan diariamente alrededor del mundo, aunque menos del 3% de estas especies logran finalmente establecerse y convertirse en invasoras. Algunas sin embargo, son capaces de reproducirse y formar una población de tamaño suficiente para asegurar su persistencia en el nuevo ambiente; serían las especies introducidas. Cuando una de estas especies se extiende rápidamente en su nuevo hábitat, aumentando su abundancia y provocando cambios importantes en los ecosistemas colonizados, se la califica de especie invasora.

La proliferación de especies invasoras es, tras la destrucción física de los hábitats, es la principal causa mundial de destrucción de la biodiversidad, según la Unión Mundial para la Naturaleza. En el caso de las especies invasoras marinas, WWF-España/Adena las considera el cuarto problema medioambiental del planeta, causando directamente el 39 por ciento de las extinciones conocidas.

Existe un grave problema a causa de las aguas de lastre –mecanismo utilizado para estabilizar el buque, sobre todo cuando no está cargado- que los barcos petroleros transportan, hay más de 6.000 petroleros navegando por aguas internacionales. España está situada en la ruta de los petroleros, lugar de paso entre los productores del Oriente Próximo y los consumidores europeos. Por el Estrecho de Gibraltar pasan 600 petroleros diarios que bordean nuestras costas. Unos por el Mar de Alborán, y otros, a escasos metros de la Costa de la Muerte (Galicia). Esto supone el 10% del tráfico marítimo internacional.

Se estima que 85 de las 1285 especies de macrófitos marinos presentes en el Mediterráneo son introducidas. De ellas, ocho pueden ser consideradas como especies invasoras: *Acrothamnion preisii*, *Asparagopsis armata*, *Lophocladia lallemandi*, *Womersleyella setacea*, *Sargassum muticum*, *Stypopodium schimperi*, *Caulerpa racemosa* y *Caulerpa taxifolia*. Son especies que han causado grandes cambios en los ecosistemas invadidos, han sustituido o afectado de forma importante a especies nativas clave para el funcionamiento de los mismos, o han causado perjuicios económicos. Ninguna de estas especies, sin embargo, ha colonizado la totalidad del Mediterráneo (Bordouresque y Verlaque, 2002).

La mayoría de especies invasoras son macroalgas, aun así no quedan exentos los animales marinos, como el grupo de los tunicados, considerados los animales potencialmente más invasores (Lambert y Lambert, 1998). Estos animales filtradores ya se han expandido -fuera de su región de origen- causando perjuicios, sobre todo en puertos y estructuras de acuicultura, etc. Al ser organismos filtradores, estos medios les son especialmente favorables. Algunos ejemplos son *Styela clava*, que se encuentra en el litoral atlántico, concretamente Galicia, aunque aun no hay constancia de efectos nocivos sobre cultivos. Otro género de tunicado, con potencial invasor, pero que no ha llegado aún a nuestras costas, pero al cual se le debe poner especial atención es *Didemnum* (Xavier Turon, comunicación personal).



## Tunicados invasores

Otro grupo de organismos marinos con potencial perjudicial en España son las ascidias (tunicados), que han descrito como los organismos más invasores del mundo (Lambert, 2007). *Microcosmus squamiger*, sería uno de los ejemplo de ascidias con mayor potencial dañino para las aguas españolas (Turon, X. comunicación personal). *M. squamiger*, fue descrito por primera vez en Australia en 1927 y en 1996 ya estaba expandida por muchos mares (Turon *et al.*, 2007). Donde mejor documentada está es en los puertos y en la industria acuícola de California, donde ha causado graves problemas, donde la cantidad de materia en suspensión es muy favorable para especies filtradoras como ésta.

En aguas se ha descrito la presencia de esta especie en varios puntos del litoral y la amenaza llega porque es capaz de asentarse en ecosistemas naturales además de puertos (Turon, X. comunicación personal). Su capacidad para formar densas y monoespecíficas capas que compitan con especies nativas invita a poner especial atención en su expansión.



Figura 14.49. Mapa de las localizaciones confirmadas de distribución de *M. squamiger* (Turon *et al.*, 2007, modificado) (izq.). A la derecha arriba, detalle de tres individuos (Charles Griffiths, cedida por Marc Viladomiu). A la derecha abajo, agregados en la costa de Cubelles (Tarragona) (Xavier Turon, cedida por Marc Viladomiu).

Según el Censo de Vida Marina, el Mediterráneo es la región marina más afectada por la invasión de especies, los investigadores participantes en el programa han registrado 637 especies procedentes de otros mares, lo que lo sitúa como el mar con más especies invasoras de cuantos se han estudiado. El problema se concentra sobre todo en el Mediterráneo oriental, debido a la entrada de especies del mar Rojo desde la apertura del canal de Suez. Bordouresque y Verlaque (2002) dan diferentes datos, aunque éstos siempre reflejen la magnitud del tema: desde principios del siglo XX, el número de especies introducidas se ha duplicado cada 20 años y en la actualidad hay unas 450 especies exóticas. En otros estudios, se estima que el Mediterráneo alberga 662 *taxa* introducidos, de los cuales 325 se pueden considerar establecidos, mientras que la ratio de introducción de nuevas especies se ha calculado de una cada 6 semanas desde 1950. Además, esta ratio se ha acelerado desde finales de los 90, principalmente como resultado del incremento de las introducciones de especies de macroalgas bentónicas (Gollasch, 2006).

A nivel mundial se ha constatado una rápida migración de especies invasoras marinas del sur al norte, debido al calentamiento global. Los investigadores han observado en especies invasoras de macroalgas marinas un recorrido de 50 kilómetros por década, una distancia mucho mayor que la cubierta por las especies invasoras terrestres, debido, con mucha probabilidad, a la rápida dispersión de sus semillas y larvas en el mar.

La dinámica de una invasión, un desenlace desconocido e imprevisible: el caso de 3 especies de alga invadiendo praderas de *P. oceanica*.

La presencia de *Caulerpa taxifolia* en el Mediterráneo fue anunciada a la comunidad científica en 1991, aunque la primera cita en el Mediterráneo data de 1984 cuando esta especie se encontró en la costa de Mónaco junto al Museo Oceanográfico. A finales de 1992 había sido capaz de dispersarse a una distancia superior a 840 km entre Livornio (Italia) al este y al oeste en Cala d'Or (Mallorca, España) (Meinesz *et al.* 1993). Esta gran capacidad de dispersión, unida a la dominancia mostrada por esta especie en las localidades colonizadas inicialmente y a los efectos negativos causados en otros macrófitos, llevó a pensar que la invasión de esta especie podría tener graves consecuencias para la biodiversidad de los ecosistemas marinos mediterráneos, caso que llegó a la población como “el alga asesina”. Se establecieron, pues, planes de vigilancia en ambos países para observar el proceso de invasión. No se ha podido demostrar la capacidad invasora de este alga por sus características intrínsecas, al no hallar diferencias significativas entre la especie congénica nativa del Mediterráneo, *C. prolifera*. Algunos autores sostienen que la invasión de *C. taxifolia* podría ser consecuencia de la contaminación marina, que también podría estar afectando a *P. oceanica* (Chisholm *et al.* 1997). Por otro lado no se ha demostrado que *C. taxifolia* haya sido capaz de eliminar a *P. oceanica* en las zonas invadidas (Jaubert *et al.* 1999), pese a haberse considerado como una de las principales amenazas para la biodiversidad de las comunidades bentónicas mediterráneas e, incluso, ha desaparecido de algunas localidades colonizadas por causas naturales desconocidas (por ejemplo, Porto Petro, Mallorca en 2002).

*Caulerpa racemosa* es otra especie de alga introducida en el Mediterráneo que parece tener un carácter invasivo. Antiguas evidencias sobre su presencia en el Mediterráneo oriental sugieren que esta especie se introdujo en este mar desde el Mar Rojo tras la apertura del Canal de Suez en 1867, en la última década se ha extendido por diversos puntos del Mediterráneo Occidental. En 1998 aparece en Baleares, en 1999 en Castellón, en 2001 llega a las costas de Alicante y en 2005 alcanza las costas de Murcia. El alga ha podido colonizar los principales tipos de hábitat infralitorales y parte de los circalitorales: biocenosis de algas fotófilas sobre roca, praderas de *P. oceanica* y fondos sedimentarios detríticos con y sin comunidades de Maërl. Algunos estudios indican que la colonización de *C. racemosa* de sustratos rocosos ocupados por una comunidad de macroalgas causa una reducción de la abundancia de algunas de las especies de alga existentes (Piazzi *et al.* 2001) y potenciales efectos negativos para la biodiversidad local. No se ha evaluado todavía, sin embargo, la capacidad de esta especie para persistir en las localidades invadidas y causar cambios permanentes en la biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas marino-litorales.



Imagen 14.16. La entrada y éxito de especies con capacidad invasora sumado a la degradación de los ecosistemas autóctonos pone en peligro el servicio de regulación del control biológico, un buen ejemplo se encuentra en *Caulerpa racemosa* y las praderas de *Posidonia oceanica* en Ibiza, julio 2010 (Laura Royo).



En la última década, la macroalga roja *Lophocladia lallemandi*, originaria del Indo-Pacífico e introducida en el Mediterráneo a través del Canal de Suez, ha invadido rápidamente las praderas de angiospermas del Mediterráneo Occidental. En España, su carácter invasor lo desarrolló en el N de Ibiza, y se ha ido extendiendo en los últimos cinco años por toda la isla, ha pasado a Formentera y ahora ya ocupa todo el litoral de Mallorca. Su desarrollo es estacional y crece formando manchas en las hojas y rizomas de *P. oceanica*. La proliferación de esta macroalga incrementa hasta 5 veces la mortalidad de los tallos y reduce a la mitad la densidad y tamaño de los tallos que sobreviven, en comparación con áreas no invadidas (Ballesteros, Cebrián, y Alcoverro 2007). Puede que una de las causas importantes sea la insuficiente luz que llega a *P. oceanica* durante la invasión, que no basta para mantener su balance metabólico. Su extensión también afecta al servicio estético y recreativo al modificar el paisaje submarino.



Imagen 14.17. *Lophocladia lallemandi* ocupando parte del litoral rocoso somero en Benirràs (Ibiza), que además de desequilibrar los servicios de regulación, tiene impacto sobre los servicios culturales del disfrute del paisaje submarino (Manel Royo).

#### El caso del *Sargassum muticum* en el litoral Atlántico

Es una alga originaria del SE de Asia que llegó en los años 80 a la costa norte (Asturias y Galicia). El alga colonizó inicialmente pozas intermareales del litoral rocoso y posteriormente, la población se propagó hacia el nivel infralitoral somero de zonas protegidas y el intermareal inferior. En varias zonas de las rías gallegas esta especie invasora llega a dominar zonas expuestas y semiexpuestas del litoral inferior. Esta fucal crece en densas matas de hasta 2 m de longitud que pueden llegar a reducir la irradiancia hasta en un 95% en los cinco centímetros superiores del dosel de las algas; reducen la disponibilidad de espacio, aumentan la sedimentación y reducen la concentración de nutrientes disponibles en el medio. Todo ello, provoca cambios en la composición específica y estructura de las comunidades locales de macroalgas y en las comunidades de organismos invertebrados asociadas a ellas. La presencia de matas de sargazo en la superficie del mar puede provocar problemas con el tráfico de pequeñas embarcaciones, así como averías, ensuciar aparejos de pesca y atascar tuberías tanto de barcos como de instalaciones industriales. Afecta a los bancos marisqueros porque su crecimiento desmesurado y acumulación dificulta el trabajo de recolección y no permite pasar la luz y el oxígeno con lo que “mata” el marisco. Impacta también sobre el servicio cultural recreativo y de paisaje-estético, al dar uniformidad al paisaje submarino y hacer disminuir la biodiversidad. Actualmente *Sargassum* convive con bosques de laminariales y coexiste con el alga parda autóctona, *Saccorhiza polyschides*.

### 5.3. Servicios culturales

La existencia del mar ha sido base para el desarrollo de numerosos aspectos culturales del ser humano, ya que brinda toda una serie de servicios para su bienestar, siendo motivo y objeto de conocimiento para el desarrollo de su economía y, por ende, el de sus sociedades. El mar ha aportado al ser humano más que bienes materiales de abastecimiento o regulación de procesos naturales, pues es y ha sido, fuente de inspiración para su espíritu, lo que se ha traducido en manifestaciones culturales, artísticas, espirituales, religiosas y recreativas.

#### 5.3.1. Conocimiento científico-técnico

Además de ampliar el marco de nuestro conocimiento, las ciencias y tecnologías marinas contribuyen a resolver problemas a la sociedad, que se relaciona con el mar de múltiples formas y que requiere del conocimiento aportado por aquellas para guiar esa relación de forma sostenible. Dada la notable importancia del mar como fuente de servicios, así como riesgos, para nuestra sociedad, la investigación marina ha jugado y está llamada a continuar jugando un papel destacado en el sistema español de I+D.

La investigación marina cuenta con una gran tradición en España y un contingente de investigadores que, desde distintas instituciones, realizan una labor de investigación que destaca, por su calidad, entre las aportaciones científicas españolas. En la actualidad, podemos afirmar que las ciencias y tecnologías marinas son un ejemplo paradigmático del rápido progreso de la investigación científica en España a lo largo de las tres últimas décadas, pues han experimentado un notable progreso en recursos humanos y materiales y en su papel en el contexto internacional (Delgado *et al.*, 1999). Esto ocurrió gracias a la concurrencia de acciones importantes: el crecimiento en la inversión pública en I+D y de las universidades como principal actor en la I+D española (5 facultades que ofrecen carreras de Ciencias del Mar); la adhesión a la Unión Europea, incluyendo la participación en los Programas Marco de I+D y una importante ayuda financiera para la construcción de infraestructuras de investigación. Las ciencias y tecnologías marinas se han beneficiado de forma importante de estos progresos, creciendo hasta convertirse en el sector de I+D con mayor éxito en la participación en un programa temático (MAST, *Marine Science and Technology*) dentro de los programas marco de la UE. Esta brillante carrera no está exenta de una serie de debilidades que se siguen arrastrando, como son la carencia de masa crítica en los grupos de investigación, la ausencia de coordinación y liderazgo dentro de la comunidad científica en ciencias y tecnologías marinas y una tendencia a la reducción relativa en los recursos, infraestructuras y personal técnico (Delgado *et al.*, 1999).

Las ciencias y tecnologías marinas trascienden el ámbito de la oceanografía, como ciencia específicamente marina, recabando el concurso de un gran número de disciplinas. Así, por ejemplo, los investigadores marinos españoles publicaron entre 1994 y 2004 artículos científicos clasificados en 130 de las 240 disciplinas en las que el *Institute for Scientific Information* cataloga todo el conocimiento científico.

Los costes en investigación marina son mayoritariamente elevados ya que requiere de infraestructuras y logísticas específicas al ser el mar un medio ajeno o de difícil alcance, como son los buques oceanográficos, vehículos submarinos y vehículos autónomos de exploración, sensores instalados en satélites, etc. Por otro lado, estas infraestructuras incentivan otros sectores de la industria química, electrónica, naval, espacial, etc., por lo que el esfuerzo de inversión se traduce en estímulo de otros sectores asociados al de la investigación propiamente dichas.

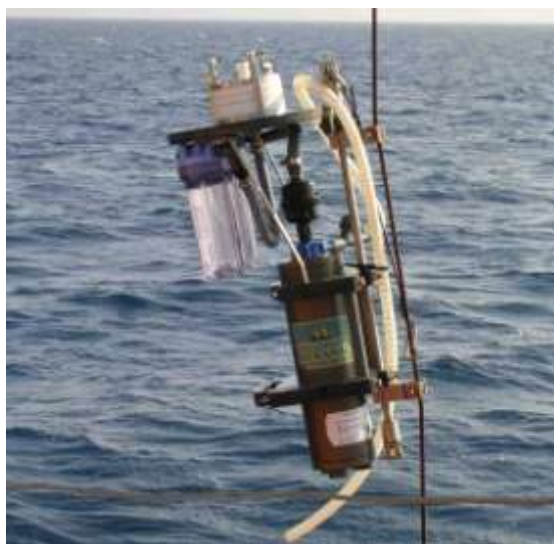


Imagen 14.18. La instrumentación oceanográfica permite el desarrollo del servicio cultural del conocimiento científico. Termosalinómetro en un buque oceanográfico (María Calleja).

La producción en ciencias y tecnologías marinas se ha incrementado notablemente en las últimas décadas en España. En lo que respecta a la producción científica en ciencias y tecnologías marinas, ésta ascendió a 6.898 documentos durante el periodo 1994-2004, aumentando notablemente a lo largo del tiempo, desde tan sólo 30 publicaciones en 1981 hasta 839 en 2002. En este periodo, el número de autores por documento fue de una media de 4,2, ascendiendo de 3,6 en 1994 a 4,6 en 2004, así como el número medio de centros que colaboran en cada publicación desde 1,8 a 2,3. El factor de impacto medio del área fue de 1,64, observándose a lo largo de los años una tendencia a publicar en revistas de mayor factor de impacto, reflejado en el ascenso desde 1,381 en 1994 hasta 2,128 en 2004.

### 5.3.2. Conocimiento ecológico tradicional

La relación con el mar de las personas que han vivido y viven de los servicios que suministran ha derivado en un amplio y profundo conocimiento del mismo, sobre todo a nivel ecológico, puesto que ha sido necesario saber de los mejores momentos para pescar esta o esa especie, los mejores lugares, las características de las diferentes especies existentes (de valor culinario o no), de las corrientes, vientos, la batimetría, etc. Este alto grado de conocimiento basado en la experiencia es de gran valor no sólo por el acervo cultural que suponen el contenido de esos saberes y su utilidad, si no por las implicaciones que tienen en lo social ya que dignifican la actividad tradicional de los locales y les sitúan en su justo lugar de importancia. Mailhot (1993) ofrece la definición metodológica del conocimiento ecológico tradicional como “la suma de datos, información e ideas adquiridas por un grupo humano, sobre su medio ambiente, como resultado del uso y ocupación de un territorio durante muchas generaciones”.

Si tratamos la contraposición conocimiento científico-técnico vs. conocimiento experimental, nos encontramos actualmente y de manera generalizada, ante una visión sobre el conocimiento tradicional bastante pobre, en la que no se valoran tales saberes por considerarse “fuera de contexto”, “insuficientemente útiles” o “de procedencia poco fiable”. En cambio, se podría hablar de que el conocimiento científico-técnico es percibido, interna y externamente, como el único capaz de ordenar el mundo de la experiencia del modo más fiable posible. Se plantea que existen otros saberes, apoyados en otras estructuras cognitivas, que han demostrado su eficacia y capacidad de sobrevivir cuando han resistido al mundo de la experiencia y se han capacitado para hacer ciertas predicciones o para hacer que ciertos fenómenos ocurran o impedir que ocurran. Su eficacia para conducirse en contextos difíciles y cambiantes a lo largo del tiempo, como es el caso de los ecosistemas marinos, es la medida de su éxito. El saber de los pescadores constituye un *corpus* de conocimiento que trasciende a lo que entendemos ordinariamente por conocimiento vulgar. Existe la necesidad de transmitir este conocimiento generacionalmente, pues se considera que es la medida de la confianza que se deposita en él. En

España, el trabajo relacionado con el sector extractivo tiene importancia no sólo como sustento material, sino, también, como un factor estructurador de la sociedad, ya que generador formas de vida específicas.



Imagen 14.19. Una parte fundamental del servicio cultural del conocimiento ecológico tradicional es la pesca artesanal, fruto de siglos de acumulación de experiencia. Embarcaciones de pesca artesanal en Portocolom, Mallorca (Federico Cardona).

Cada vez menos pescadores pueden vivir bien de la pesca marina, las duras condiciones laborales en comparación con otros sectores, así como el menor margen de beneficio, hacen cada vez menos atractiva la actividad pesquera especialmente para los pescadores artesanales (entendiéndose la pesca costera artesanal como los buques de menos de 12 metros de eslora total y que no utilicen artes de arrastre) (Libro blanco de la pesca, 2009).

Las artes tradicionales de pesca, especialmente las artes menores, se han visto en desventaja ante la aparición de nuevos buques más potentes y técnicas de captura masivas, perdiendo importancia en el sector, desapareciendo algunas de ellas o quedando relegado su uso a la pesca no profesional. A partir de la segunda mitad del pasado siglo, el funcionamiento de la pesca en España experimentó mejoras de eficiencia por los avances científico-técnicos, hecho que permitió satisfacer la demanda creciente de esos servicios por parte de la sociedad española y del mercado. Un ejemplo de arte de pesca en detrimento lo encontramos en un arte de pesca mayor: las almadrabas. En 2005 ninguna almadraba superó el umbral de los 2.000 ejemplares, mínimo necesario para los gastos de calado y mantenimiento. Este arte endémico de Andalucía se ha visto afectado por la sobrepesca, el incremento del número de atuneros cerqueros de tipo industrial, a la no erradicación de las redes de deriva en el Mediterráneo y por las cuotas que la UE establece.

Como indicador del grado de uso del conocimiento tradicional en la pesca, por ejemplo, se pueden señalar las artes menores artesanales que se siguen usando en la actualidad: artes de red similares a la volanta (betas, trasmallos y niños); aparejos de anzuelo (palangrillo, piedra bola, voracera, curricán, líneas); nasas o trampas (nasa de pulpo, de langosta, camaronesa, etc.); almadrabas; artes de trampa (Libro blanco de la pesca, 2009). Para el ejercicio de la pesca marítima de recreo, básicamente se utilizan un número reducido de modalidades, que sin embargo, en cada región o zona costera, se multiplican con infinidad de variantes. Así mismo, otras artes de pesca -antes utilizadas- están prohibidas por razones medioambientales: explosivos, envenenamiento, etc.

Se puede hablar de artes de pesca recreativa muy extendidas en el Mediterráneo, como el curricán, el volantín, el lanzado, etc., si bien estas artes se adaptan a unas especies objetivo casi de forma general. Esto es, la pesca de una especie determinada está asociada, en la mayoría de los casos, a uno o varios tipos de artes generalmente usados. Del mismo modo, determinados tipos de artes de recreo están asociados a un tipo de pescador determinado, a un tramo de eslora específico, e incluso circunscritos a una zona muy delimitada en la geografía costera.



Tabla 14.19. Porcentaje de pescadores que utilizan diferentes artes de pesca recreativa (Tragsatec, 2004).

Artes de pesca utilizadas	
nombre	% *
Curricán	60,48
Volantín	59,28
Chambel	10,18
Brumeo	7,49
Potera	6,89
Otros	5,98
Fluixá o Fluxa	2,69

El conocimiento tradicional marino abarca no sólo el proceso extractivo, sino que también pasa por el proceso de transformación y consumo, como por ejemplo en lo relativo al emergente sector de la gastronomía, en el que podemos encontrar a conocidos cocineros que conocen bien la ecología de las especies con las que trabajan, y se preocupan por la conservación de sus ecosistemas.

En el refranero popular español encontramos numerosos refranes y frases relacionadas con el mar, fruto de una estrecha e intensa relación entre éste y las gentes que han venido conviviendo con él desde épocas antiguas. Se han encontrado hasta 230 refranes que hacen relación a los ecosistemas marinos, que hablan de aspectos diversos que dan fe del amplio conocimiento sobre éste generado a lo largo de los tiempos, ya sea a la vida de los pescadores en alta mar (*A canto de sirenas oídos de pescadores, El muerto es del mar cuando la tierra lejos está*); los temores que el mar inflinge (*Los truenos y el mar, enseñan a rezar, En calma el mar no creas, por sereno que lo veas*); la meteorología (*Cielo rojo al amanecer es que el mar se ha de mover, Las estrellas a brillar, marineros a la mar*); los buenos o malos momentos para pescar (*En los meses que no tengan erre guárdate del marisco y de las mujeres, Por San Xoan a sardina molla o pan*); los alimentos que del mar se extraen (*De la mar el mero y de la tierra el cordero*); las costumbres gastronómicas (*Los langostinos, en el mar estaban y ya pedían vino, Carne y pescado en la misma comida, acorta la vida*); los estados del mar (*En agosto bulle el mar y hierve el mosto*); la navegación (*Al hogar, como a la nave, le conviene la mar suave; A piloto diestro, no hay mar siniestro*); las mareas (*El tiempo y la marea, ni se paran ni esperan*); los marineros (*Donde hay patrón no manda marinero*); los barcos (*Barco en varadero, no gana dinero, Barco sin cubierta, sepultura abierta*); el ciclo del agua (*El agua sale de la mar y a la mar torna a para*); o la visión del mar en sí mismo (*El corazón del avaro se parece al fondo del mar, ya pueden llover riquezas, no se llenará; Hasta la gloria del río acaba en el mar, De gota en gota, la mar se agota*), entre otros temas. También están muy presentes en el lenguaje expresiones como *coña marinera, me cago en la mar salada* o *estar la mar de (bien, etc.)*.



Imagen 14.20. El declive del servicio del conocimiento ecológico tradicional está muy relacionado con el salto generacional que hoy en día tiene lugar en España, en el que se pierden muchos de los saberes acumulados de una generación a la siguiente (Manel Royo).

### 5.3.3. Identidad cultural y sentido de pertenencia

Los habitantes de zonas de fuerte influencia marina han venido tradicionalmente construyendo su identidad cultural entorno al mar, por su vínculo económico con el mismo del cual podrían derivar el resto de lazos y motivos que sitúan al mar como centro de su universo; de ahí deriva el sentido de pertenencia de una comunidad a sus congéneres y su ambiente.



Imagen 14.21. Habitantes de un puerto pescador en Asturias compartiendo experiencias, costumbres y capital cultural por a su estrecha relación con los ecosistemas marinos (Manel Royo).

El concepto de identidad cultural está estrechamente ligado al de sentido de pertenencia a un grupo social, en el seno del cual se comparten rasgos culturales como la lengua, costumbres, valores y creencias. En ocasiones, estos elementos culturales pueden trascender las fronteras, como es el caso de los emigrantes, pero su origen se encuentra frecuentemente vinculado a un territorio. Una característica fundamental es que no se trata de conceptos fijos, sino que se recrea individual y colectivamente y se alimentan continuamente de la influencia exterior, no tratándose de elementos estáticos sino sujetos a permanentes cambios. La identidad cultural no existe sin la memoria, sin la capacidad de reconocer el



pasado, sin elementos simbólicos y referentes que ayuden, al mismo tiempo, a construir el futuro (Molano, 2008). Tradición, identidad y patrimonio culturales mantienen un vínculo indisoluble que es válido para visionar un grupo, comunidad, región o nación. En el proceso de su actividad los seres humanos producen, ante todo, las condiciones materiales de su existencia: medios de vida y medios de trabajo.

El perfil humano del colectivo está configurado por diversos factores, con sus complejidades específicas, que influyen directamente en la situación de los profesionales del sector:

- Jornada laboral: horarios lejos del horario habitual de oficina, trabajo de noche/madrugada, embarques largos.
- Periodos no laborables: personas jubiladas anticipadamente, personas que disfrutan de descansos prolongados por paro biológico, que tienen periodos vacacionales largos por faenar en caladeros lejanos, lejos del hogar, etc.
- Lugar de trabajo: trabajo lejos de la familia, amigos y vivienda, el barco como puesto de trabajo con algunas deficiencias de espacio, de servicios y de aglomeración de personal.
- Organización laboral: las relaciones complejas existentes entre las organizaciones y sus afiliados y entre las distintas organizaciones; el difuso perfil de empresario y de trabajador con salario “a la parte”.
- La escasa incorporación de la mujer al sector que dificulta integrar formas complementarias y alternativas de plantear los temas sectoriales cotidianos y de futuro, exceptuando la potente comunidad de marisqueiras de Galicia.
- La mezcla de solidaridad, complicidad y competencia generadas por tener que compartir un servicio común y escaso y, al mismo tiempo, estar trabajando en un medio inhóspito y peligroso, alejado de cualquier punto de auxilio en tierra.
- Una imagen hacia el exterior negativa en algunos aspectos, junto con una efectiva falta de dignificación del sector.



Imagen 14.22. El trabajo en la mar estrecha los vínculos entre los pescadores, en este caso faenando en un buque palangrero en Galicia (Lorena Cariño).

Por todo ello, la comunidad pesquera ha vivido relativamente al margen del resto de la sociedad, lo que ha conllevado a la persistencia de rasgos diferenciales de su factor humano, tanto de los mismas personas que faenan como de sus familias. Aspectos como la educación o la sanidad han mejorado en la

comunidad pescadora y la de sus familias, homogeneizando sus particularidades con las del resto de la población. Actualmente, algunos rasgos que ahora son propios del sector no lo eran en el pasado:

- El envejecimiento de la población activa del sector (Según la *Plataforma Tecnológica da Pesca*, en Galicia sólo un 0,05% de los mariscadores tiene menos de 20 años, un 2,2% no supera los 30 y un 17,5% supera la barrera de los 60 y está a punto de jubilarse).
- La mayor incorporación de la inmigración en el sector.
- La total regulación de la actividad empresarial y laboral, directa e indirectamente, por parte de 3 Ministerios y 4 jerarquías distintas, que se escalonan respecto a la legislación (autonómica, estatal, europea e internacional) y dejan escaso margen a la expansión personal empresarial.

En el sistema de la seguridad social en España hay 1 régimen general y 5 regímenes de trabajos especiales, uno de ellos es el Régimen Especial del Mar. Se presume que las actividades que se describen, constituyen el medio fundamental de vida de la unidad familiar. También se pueden incluir el cónyuge y los familiares, hasta el segundo grado de consanguinidad, afinidad o adopción del trabajador autónomo, si trabajan, conviven y dependen económicamente de él. Los trabajadores se pueden diferenciar por:

- Trabajadores por cuenta ajena, retribuidos a salario o a la parte, empleados en cualquiera de las actividades siguientes: marina mercante; pesca marítima; extracción de otros productos del mar; tráfico interior de puertos y embarcaciones deportivas y de recreo y practica; trabajos de carácter administrativo, técnico y subalterno de las empresas dedicadas a las actividades anteriores; trabajo de estibadores portuarios; servicio auxiliar sanitario y de fonda y cocina; personal al servicio de las Cofradías de Pescadores y sus Federaciones, y de las Cooperativas del Mar; cualquier otra actividad marítimo-pesquera cuya inclusión en este Régimen sea determinada por el Ministerio de Trabajo e Inmigración; armadores de embarcaciones de más de 10 toneladas o lleven enrolados más de cinco tripulantes y prácticos de puerto.
- Trabajadores por cuenta propia que realizan de forma habitual, personal y directa, alguna de las actividades que a continuación se enumeran: armadores de embarcaciones que no excedan de 10 toneladas de registro bruto, no lleven más de cinco personas enroladas incluido el armador; los que se dediquen a la extracción de productos del mar y los rederos que no realicen sus faenas por cuenta de una empresa pesquera determinada.

En España los trabajadores afiliados a la Seguridad Social en el régimen especial del Mar han decrecido para el período 2000-2009, mientras que el régimen general ha aumentado. También se observa una distribución muy diferenciada de hombres y mujeres -5 frente a 1-. En la mayoría de ocasiones, en las zonas dependientes de la pesca, las mujeres y los hombres están comprometidos en actividades complementarias relacionadas con la pesca. Por lo general, los hombres se enrolan en barcos grandes y van a alta mar y las mujeres realizan actividades relacionadas con la acuicultura cerca de la costa, como en el caso de Galicia. Dentro de los países de la Unión Europea, la posición y percepción de las mujeres en relación al sector de la pesca presenta un grado considerable de elementos comunes. Es un hecho compartido el que se sientan mal recibidas en el subsector de la pesca de altura, en el cual no manifiestan mucho interés en participar en general (DG de Pesca, 2002). En la acuicultura las mujeres también se sienten discriminadas, pero en un grado mucho menor. El procesado es el único subsector en el cual las mujeres se encuentran sobrerrepresentadas, pero en gran medida porque en él predominan los trabajos no cualificados de baja consideración social y pobre remuneración económica. Las mujeres han hecho importantes incursiones en el segmento de gestión-administración, que es más gratificante y considerado de una forma más positiva desde el punto de vista de la sociedad. Sin embargo, es que muchas veces el trabajo de gestión, cuidado de la familia y apoyo en la mayoría de ocasiones no es remunerado ni reconocido socialmente (DG de Pesca, 2002). La mayoría de mujeres que trabajan en el mar en los países de la Unión Europea están ocupadas en la acuicultura, la media es de 27% de la fuerza de trabajo, en un rango que va desde el 3% en Holanda, al 44% en España. En el informe de la

Dirección General de Pesca de la Comisión se hace una especial referencia a Galicia, una región en la que tradicionalmente se ha reservado una actividad en concreto relacionada con la acuicultura como es el marisqueo a pie a las mujeres, donde un 95% del sector lo son. Esta situación viene determinada por el hecho de que el marisqueo a pie siempre fue entendido como una actividad marginal de aportación de unos ingresos a la economía familiar por parte de las mujeres. El marisqueo a pie era, en muchos casos e incluso hoy, una actividad económica complementaria, aunque las mariscadoras se configuran como un símbolo de identidad, contribuyendo de forma decisiva al desarrollo económico y social de la comunidad.

Tabla 14.20. Número total de trabajadores totales y del Régimen Especial del Mar, afiliados a la Seguridad Social y en alta laboral (miles de afiliados) (Ministerio de Trabajo e Inmigración, 2010).

Años	Total Regímenes		Régimen Especial de Trabajadores del Mar			
			Total		Cuenta ajena	Cuenta propia
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres		
2000 <sup>(1)</sup>	15.062,9		79,1		62,1	17,0
2001 <sup>(1)</sup>	15.649,9		78,1		61,3	16,8
2002 <sup>(1)</sup>	16.126,3		76,4		59,7	16,7
2003 <sup>(1)</sup>	16.613,6		75,8		59,3	16,5
2004 <sup>(1)</sup>	17.081,8		74,5		58,2	16,3
2005	10.606,1	7.228,7	61,6	11,2	56,9	15,9
2006	10.955,1	7.640,9	60,6	11,1	56,4	15,3
2007	11.178,4	7.973,7	59,7	11,1	55,7	15,0
2008 <sup>(*)</sup>	10.884,2	8.121,2	58,4	10,8	54,4	14,8
2009 (P)	10.021,5	7.895,2	66,6		52,1	14,5

Desde el año 1986, en Europa se han perdido un 47% de los puestos de trabajo y más del 50% de las embarcaciones han abandonado la actividad. Según las estimaciones de la Comisaría europea de Pesca, la tendencia no es mejor si seguimos las políticas actuales: el número de pescadores de la Unión Europea decrecerá un 60% respecto a los niveles de 2007 para el año 2020. Esto ha ocurrido pese a destinarse importantes sumas de recursos públicos: 2.231 millones de euros en el periodo 2000-2006, sin contar con otras subvenciones indirectas como las recibidas a través del petróleo. Esta situación responde a la de crisis ambiental y económica del sector, cada vez menos pescadores pueden vivir en buenas condiciones de la pesca marina.

El grado de asociacionismo en el sector extractivo/productor es elevado -como también ocurre en el sector agrario- y en el 2010 se componía de las siguientes estructuras (MARM, 2010):

1. Cofradías de pescadores: 225 + 1 Federación Nacional de Cofradías de Pescadores.
2. Organizaciones de productores: 70.
3. Asociaciones pesqueras más representativas:
  - Sector extractivo: 31.
  - Sector transformación y comercialización: 8.
  - Sector acuicultura: 9.
  - Otros: 3 (UGT-sector mar, CCOO-sector mar y la asociación española de titulados náutico-pesqueros).

Otro sector que genera estructuras sociales, sobre todo en el Mediterráneo español, es el sector de la pesca no profesional. La gran cantidad de personas con licencia que lo practican de forma individual y dadas las características de la actividad, impulsa la creación de estructuras como publicaciones periódicas, clubes náuticos, federaciones deportivas, federaciones recreativas y asociaciones empresariales, que contribuyen a vertebrar y ordenar esa actividad. En España hay 12 asociaciones y federaciones de pesca deportiva (MARM, 2010). Entre las razones que impulsan la sociabilidad en la pesca recreativa podemos considerar:

- La competición deportiva: organización de concursos y preparación de los concursantes.
- El compartir los conocimientos sobre los ecosistemas marinos, las especies, los procedimientos.
- La socialización de unas normas de convivencia y de buenas prácticas sociales que permitan evitar abusos y penalizar los comportamientos asociales (prácticas destructivas, cuidado de vertidos, etc.).
- La colaboración y ayuda en el mar, que puede ser notablemente hostil.
- El intercambio de información (precios, calidad, etc.) y acceso a los insumos, recambios y servicios asociados a la actividad.
- El compartir la preservación de las embarcaciones, siempre expuestas a un gran riesgo (amarraje, robo, lluvias, viento, etc.).
- La disponibilidad de tiempo libre en un contexto de actividad de ocio.

También el mar es cuna de nuestra cultura en un sentido más amplio, es decir, no sólo en lo que respecta a la economía de los habitantes de zonas litorales o de influencia marina, sino incluyendo otras maneras de relacionarse con él de toda la sociedad española. Nuestro lenguaje refleja la importancia del mar en nuestra cultura, con gran cantidad de giros y refranes que hacen referencia al mar y un vocabulario marineramente plagado de términos y voces que, en sí mismo, es un importante patrimonio cultural. Palabras como zafar, mamparo, chicote, escotilla, farallón, obenque, quebranto, etc. son específicas del trabajo en la mar. También existen muchos nombres de persona que tienen relación con el mar, como Marina, Delfín, Bruma o María del Mar. Por otra parte, el mar ha sido una fuente de inspiración para artistas a lo largo de la historia: pintores, escritores, poetas y músicos se han inspirado en el mar y, más recientemente, fotógrafos y directores de cine. Así, el oleaje, las caletas, puertos, fauna marina son tema emblemático de pinturas, grabados y otras expresiones plásticas, desde los mosaicos romanos pasando por los pintores clásicos y hasta los diseñadores modernos.

La pérdida de puestos de trabajo y la tecnificación del sector ha dado lugar a una pérdida sustancial de la riqueza lingüística asociada a las diferentes artes de pesca artesanal. Cada arte lleva asociada palabras que hacen referencia a las especies pescadas, las partes del aparejo, toponimia del lugar, etc. Esta riqueza se acabará perdiendo con los últimos marineros y pescadores tradicionales. De manera muy local se están realizando estudios de talasonimia, para salvaguardar lo que en un momento fueron palabras necesarias para el desarrollo de las actividades maríneas (p.ej. en Mallorca, por Cosme Aguiló).

Hay géneros musicales completos que tienen su origen en el mar, como las habaneras, canciones maríneas compuestas para el entretenimiento de los marines de los buques mercantes que transportaban el pasaje y mercancías entre España (particularmente de los puertos del Levante español) y Cuba. Las habaneras siguen gozando de gran popularidad en España y destacan los certámenes anuales de Torrevieja (Alicante) y Calella de Palafrugell (Girona). Algunos palos del flamenco son claramente maríneos, destacando entre ellos las sevillanas maríneas de Huelva y Cádiz, los jabegotes, un canto de los maríneos para coordinarse a repasar las redes de pesca, en momentos de sosiego en la playa, especialmente en los barrios de Pedregalejo y El Palo (Málaga), el canto de los marengos, etc.



Imagen 14.23. Las manifestaciones artísticas derivadas de la relación entre los humanos y el mar son parte de la identidad cultural de las comunidades litorales. Cantada de habaneras en Calella de Palafrugell, Catalunya (Eva Guitart).

Si bien la alimentación de origen marino es fuente de salud, los sabores que la cocina marinera consiguen suponen una fuente de felicidad. Es además una parte importante de nuestra gastronomía, y por tanto de nuestra cultura, estando la nuestra entre las sociedades que más alimento de origen marino, y más variado, consume *per* cápita -la segunda mundialmente, detrás de Japón-. La gastronomía es una expresión de nuestra cultura a caballo entre su fin utilitario y el arte. La biodiversidad marina sigue inspirando innovaciones culinarias. En la edición de enero del congreso Madrid Fusión de 2009, el evento más importante de alta cocina del mundo, el cocinero gaditano Ángel León presentó un nuevo aderezo de fitoplancton.

En el litoral y mar español existe un valioso patrimonio cultural: restos arqueológicos (terrestres y subacuáticos), pecios, yacimientos paleontológicos, construcciones tradicionales como los molinos de marea o las casas salineras, construcciones militares como fortificaciones, torres almenara o puentes, construcciones vinculadas a la navegación como los careneros, faros, etc. Muchos de estos valores patrimoniales son salvaguardados y divulgados en España a través de los 18 Museos Marítimos que existen en nuestro país.





Imagen 14.24. Los elementos del patrimonio cultural relacionado con mar están repartidos a lo largo de todo el litoral español, testimonio de la estrecha relación entre sus gentes y los ecosistemas marinos. Faro de Columbrete al atardecer (Inma Ferriz).

#### Cambios en la población marinera de Ayamonte (Huelva)

Ayamonte es una población litoral de 17.000 habitantes, situada en la desembocadura del Guadiana. Hasta los años 70 vivió casi exclusivamente de las actividades vinculadas al mar y a la industria de salazones y conservas de pescado. A principios del siglo XX, la flota de cerco para abastecer de sardinas era la más importante. Con el tiempo, fueron desapareciendo las artes de pesca tradicionales y hubo un proceso de proletarianización de los marineros que generó muchos puestos de trabajo. En los años 50, el aumento poblacional no fue capaz de ser absorbido por el sector, por lo que muchos se vieron obligados a buscar trabajo fuera o en la flota de altura y de gran altura. En los años 70, parte de este exceso de mano de obra emigró a puertos de Euskadi. El cierre de las industrias conserveras, la subida de los costes de la mano de obra y los problemas pesqueros con Portugal, causaron el desmantelamiento de muchos barcos sardineros. La evolución económica de Ayamonte a partir de los años 70 hasta la actualidad ha convertido la pesca en un sector secundario, mientras que el comercio, la construcción, el turismo y, desde los años 80, la agricultura, son las principales fuentes de trabajo. Estos sectores tienen un fuerte carácter estacional, por lo que se ha pasado del concepto de “hombre del mar” a hablar de “marineros ocasionales”, ahora tanto el marisqueo como la pesca artesanal se combinan con otros trabajos de tierra (Cáceres, 2003).

#### 5.3.4. Paisaje y disfrute estético

Es evidente que el mar ofrece una satisfacción a nivel paisajístico si reparamos en la cantidad de personas que se acercan a sus inmediaciones, con motivaciones distintas pero siempre a sabiendas, consciente o inconscientemente, del placer que reciben cuando se hallan ante el mar. Por supuesto, existe una primera motivación mayoritaria para el turismo de playa, que reside en el disfrute del baño, el descanso o juego en la arena, y seguramente un sentimiento gregario, aunque muy probablemente en todo ello juegue un papel muy importante el escenario en el que se realizan esas actividades. Aún más justificado está este hecho para aquellos que se adentran en el mar a navegar. También existen infraestructuras cuya existencia se relaciona con el disfrute estético del paisaje marino-litoral, como por ejemplo los paseos marítimos, los miradores en los faros, etc. Hay barcos que llevan a navegar a los turistas, muchos de ellos con modificaciones del casco que permiten ver los fondos marinos. Y aquí topamos con otro paisaje marino apreciado pero más “escondido”, el que se encuentra bajo el agua, que disfrutan desde las personas que hacen *snorkel* en las inmediaciones de la costa hasta los submarinistas con escafandra autónoma que bucean a mayores profundidades.

La percepción de un medio ambiente marino adecuado tiene un valor económico intrínseco, especialmente en un país como España, en el que una gran parte del PIB proviene del turismo y del desarrollo en áreas litorales. La posibilidad de vivir en la proximidad del mar resulta sumamente atractiva, reflejándose en el aumento del coste de la vivienda hacia la primera línea de mar, pero que conlleva el uso del territorio para residencias humanas, infraestructuras civiles y militares, y zonas de recreo.



Imagen 14.25. La intensa urbanización del litoral español pone en peligro el servicio de paisaje y disfrute estético, comprometiendo a su vez el futuro del servicio cultural recreativo. Ejemplo del concepto de “balearización”, *Platja de'n Bossa*, Ibiza (Manel Royo).

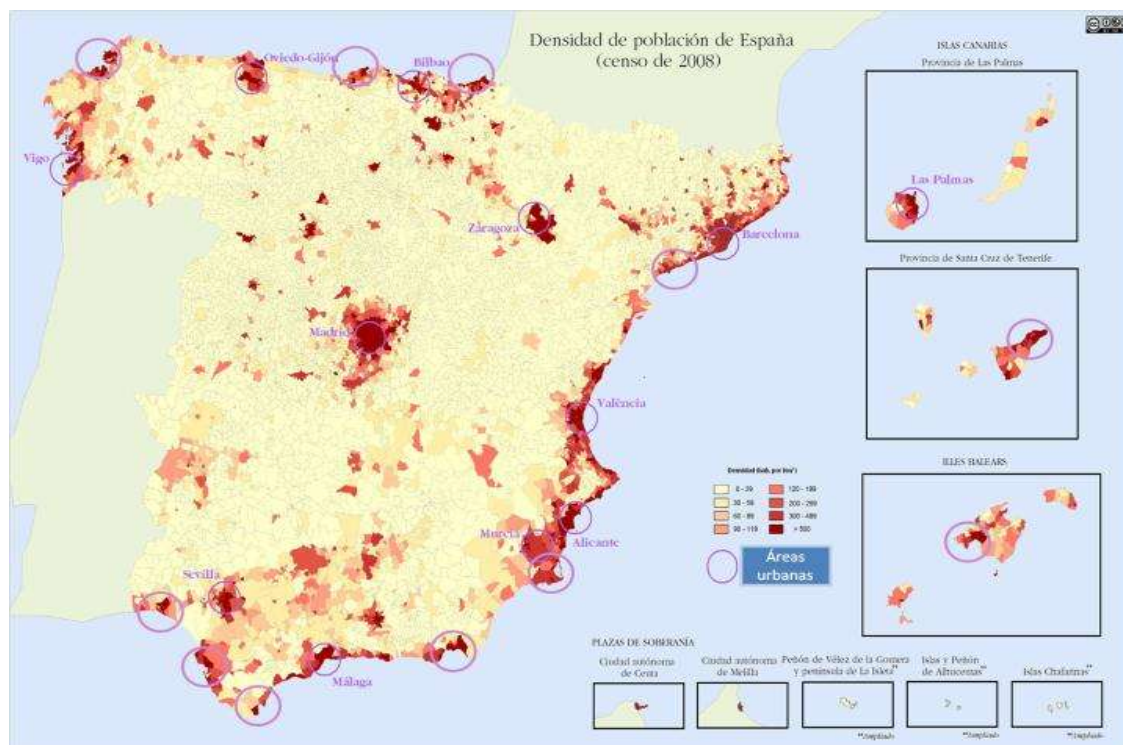


Figura 14.50. Mapa de la densidad de población en España en 2010 (INE, 2010). El uso creciente del paisaje litoral-marino se ha traducido en el proceso de litoralización. Un 24% de la población española vivía en municipios litorales en el año 1960, actualmente ha pasado a ser un 44% (INE, 2010). El turismo ha actuado como dinamizador del desplazamiento de la población y la economía. Este proceso se ha visto acrecentado por el cambio del patrón turístico de estancia hoteleras más o menos cortas a estancias de tipo residencial, que ha

implicado el asentamiento de inmigrantes comunitarios y población estatal con segundas residencias (de Carvallho y Giménez, 2007).

España tiene aproximadamente 8.000 km de costa (incluyendo Baleares y Canarias), donde viven de forma estable el 44% de la población total, que vive dentro del 7% de la superficie del territorio estatal que ocupan los municipios litorales. Esta presión se ve incrementada por los 40 millones de turistas que se reciben al año, que dejan en nuestras arcas un 11% de media de los ingresos anuales del PIB de la economía española (WWF/Adena, 2005).

El aumento de áreas artificiales de estos municipios aumentó en un 27,9% en el período 1987-2000 (de Carvallho y Giménez, 2007), las causas de este fenómeno han sido el turismo y el auge inmobiliario. Las cifras en el Mediterráneo superan las media española, con un 36,52% artificializado en los primeros 100m de costa (de Carvallho y Giménez, 2007). Paradójicamente la Ley de Costas, vigente desde el año 1988 establece que no se permitirán construcciones residenciales -entre otros- en la playa, ya que es de dominio público y tampoco en los 100m siguientes, denominados servidumbre de protección, para asegurar el acceso a las mismas. El cumplimiento de esta ley no ha tenido un gran éxito, como se puede observar en las tasas de artificialización de los primeros 100m de costa, lo que supone un indicador de pérdida de calidad del servicio estético, ya que puede llegar a minimizar la visión del mar desde el litoral.

### 5.3.5. Disfrute espiritual y religioso

El mar infunde un enorme respeto, que no siempre temor, en las gentes marineras, más respeto cuanto mejor se lo conoce. No es de extrañar que este respeto adopte a menudo manifestaciones religiosas. Existen justificados motivos, sobre todo los relacionados con la actividad de los pescadores, ya que los peligros y dificultades de sus tareas invitan a la construcción de ciertos ritos y creencias. Es frecuente que la gente de mar sea muy religiosa, y también supersticiosa, y que las embarcaciones se sitúen bajo la advocación de la Virgen (como la Virgen del Carmen, patrona de los pescadores) o de algún Santo, incluso en buques oceanográficos. Por ejemplo, existe la llamada “Oración de la noche”, que se reza todos los días a la puesta de sol y dice: “Tú que dispones de cielo y mar, haces la calma de la tempestad, ten de nosotros Señor piedad, piedad Señor, Señor, piedad”. Se trata de una oración compuesta por Sancho Marraco que se reza en todos los buques de la armada española desde principios del siglo XX. También existe una larga tradición de salves marineras que tienen distintas manifestaciones. No son necesarios muchos incidentes desafortunados para que la tripulación emprenda la búsqueda de gafes a bordo. Es también frecuente entre la gente de mar llevar amuletos de buena suerte.

En España alguna de las vírgenes que tienen relación con el mar son: la Virgen del Carmen y *Stella Maris* (Nuestra Señora, Estrella de Mar):

- La Virgen del Carmen, es una de las diversas advocaciones de la Virgen María y España es uno de los países donde mayor advocación se le rinde, es patrona del mar y de la Armada Española. Los pescadores la han nombrado su protectora. Prácticamente todos los pueblos y ciudades del litoral español rinden culto religioso a la Virgen del Carmen, se organizan procesiones, romerías marítimas que portan la imagen cada 16 de julio. Las celebraciones más destacadas son las de Águilas, Algeciras, Barbate, Cádiz, Chiclana de la Frontera, El Perelló, Estepona, Fuengirola, Isla Cristina, La Línea de la Concepción, La Orotava, Los Realejos, Málaga, Marbella, Mazagón, Puente Mayorga, Puerto de la Cruz, Punta Umbría, Revilla de Camargo, Rota, San Fernando, San Pedro del Pinatar, Suances y Santurce. La virgen del Carmen es patrona de 37 pueblos en España, la mayoría de ellos litorales.
- *Stella Maris* (Nuestra Señora, Estrella de Mar) es un antiguo título de la Virgen María, la idea de María como una estrella que guía a la gente de mar ha llevado a la devoción a la Virgen, Estrella del Mar en muchos católicos y de las comunidades pesqueras litorales. Numerosas embarcaciones, iglesias, escuelas y colegios se dedican a *Stella Maris*, Nuestra Señora Estrella del Mar, o María, Estrella del mar. La Virgen María se considera que intercede como guía y protectora de los que viajan o buscar su sustento en el mar.

- La Virgen de la Barca: La tradición cuenta que la Virgen se apareció al apóstol y lo hizo navegando en un barco de piedra del que aún pueden verse vestigios en las cercanías de la ermita. En Navia fue nombrada virgen de los navieros, en Muxía tiene un santuario.
- San Telmo: se trata de un religioso que, después de vivir numerosas aventuras (por ejemplo, se fue con el ejército con el propósito de corregir los malos hábitos de los soldados), habitó en una localidad litoral en la que sus palabras tuvieron muy buena acogida, tanto que los pescadores en especial se encomendaban a él para ser protegidos en sus labores en el mar, sobre todo cuando se encontraban en situaciones de peligro. Hoy en día, San Telmo sigue siendo una referencia para la búsqueda de ayuda ante las inclemencias marinas.

La poesía ha sido un vehículo preferente para transmitir las sensaciones que el mar inspira. Uno de los sentimientos más manifiestos en este género es el de libertad absoluta, la sensación de ruptura de ataduras que se siente al navegar por el mar abierto, en la que se manifiesta la inmensidad del mar con tal potencia que es imposible permanecer inmune a su influjo, lo que hace que nuestro espíritu se vea invadido de libertad, euforia y melancolía con una alternancia de ritmos tan armónicos que se podrían predecir presa del influjo de las mareas, la luna y la fuerza de los astros que las dominan. Podríamos destacar a Rafael Alberti como el poeta con mayor carga marinera en su obra. También a Federico García Lorca, que se inspiró en el mar frecuentemente. Más contemporáneo es Ramón Dachs, poeta minimalista que se inspira a menudo en el mar y el plancton que lo habita.



Imagen 14.26. La presencia del mar incentiva la espiritualidad necesaria para el bienestar de la humanidad. Práctica de yoga en la playa (Maria Calleja).

Es indudable que nuestra especie mantiene una relación especial con el mar. Así, se sabe desde hace décadas, que la contemplación y el sonido del mar genera bienestar y provoca la liberación de endorfinas en nuestro cerebro (Hyde, 1924). No es sorprendente, entonces, que optemos por pasar gran parte de nuestro tiempo libre a la orilla del mar.

#### 5.3.6. Actividades recreativas y ecoturismo

En España un 10,3% del PIB se debe a la actividades turística (el INE y la patronal turística EXCELTUR, 2010), éstas ocupan a un 12% de la población activa (el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2010). El turismo se considera una de las actividades que mueve más gran cantidad de personas, tanto estatales como internacionales, y una de las industrias más provechosas. Aunque las infraestructuras

turísticas estén situadas en el litoral, la gran mayoría de las actividades que se desarrollan en ellas están relacionadas con los ecosistemas marinos y, por tanto, están necesitadas del mantenimiento de la calidad de los mismos: baño, comer pescado fresco, pasear por la orilla, *kite surf*, *surf*, *wind surf*, *kayak* de mar, vela, moto acuática, navegación a motor, *snorkel*, buceo, relax, como las principales.

El servicio recreativo marino en España se compone de varias tipologías de turismo, según las actividades que se llevan a cabo, de las que podríamos distinguir como principales el turismo náutico, el turismo de pesca recreativa, el turismo de playa y el ecoturismo.

El turismo náutico se compone de un conjunto de actividades, además de la navegación, como el submarinismo, la vela ligera, el piragüismo, el *surf*, la pesca deportiva, el esquí o la moto náutica. Muchas de éstas requieren de embarcaciones para ser llevadas a cabo, además de las infraestructuras necesarias para dar cabida a estas embarcaciones y a sus tripulantes durante su estancia. La expansión de este tipo de turismo en las últimas décadas en España ha supuesto un gran impacto para los ecosistemas marinos litorales.

La realización de actividades náuticas con embarcaciones ha dejado de ser una actividad únicamente reservada a las grandes fortunas y se ha ido popularizando hacia un grupo de practicantes cada vez más numeroso. Después de algunas fluctuaciones en esta tendencia, se inició en la década de los 90 un período de prosperidad. Para el 2005 se estimó el potencial de turistas náuticos en los mercados del Reino Unido, Alemania, Francia, Bélgica, Holanda, Dinamarca, Suecia, Noruega y Finlandia, es de cerca de 18 millones, de los cuales 7,5 corresponden a practicantes de vela en sus diferentes modalidades (Turespaña, 2006).

Este hecho ha influido, evidentemente, en el desarrollo de las infraestructuras necesarias para acoger esta creciente demanda. Así, se han ampliado un gran número de puertos deportivos y del número de amarres disponibles. El Mediterráneo es el área que concentra la mayor parte de estas infraestructuras náuticas. Casi las dos terceras partes de los puertos deportivos de España se encuentran en el litoral Mediterráneo, siendo Baleares, Catalunya y la Comunidad Valenciana donde hay más concentración. Estas Comunidades Autónomas representan cerca del 50% del total de puertos deportivos españoles. (CAEB y INESTUR, 2008).

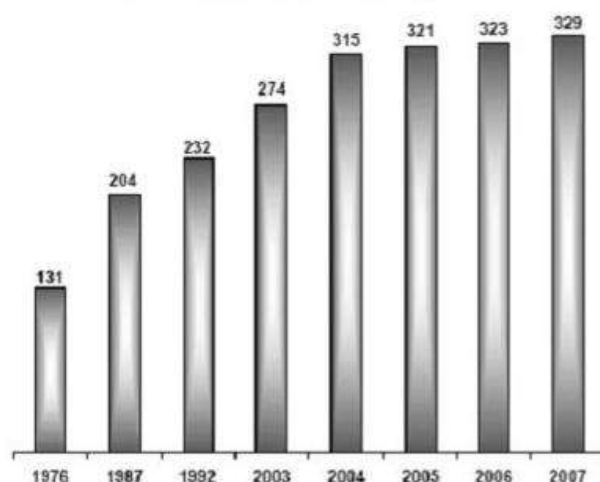


Figura 14.51. En España ha habido un aumento sustancial de puertos o dársenas para uso deportivo y recreativo, de los 131 que había 1976, a los 329 de 2007. Además de la demanda generada por el mercado español, las condiciones turísticas de España ha favorecido el desarrollo de una demanda por parte de extranjeros. En el 2007 se estimó esta demanda en unos 600.000 turistas extranjeros (CAEB y INESTUR, 2008).

De manera similar, el número de amarres disponibles en España se ha multiplicado por más de cuatro, y ha pasado de los 24.000 que había en el año 1976 a más de 112.000 en 2007. En los próximos años se espera un crecimiento en el número de puertos, pero sobre todo en el número de amarres, ya que hay



más proyectos de remodelación y de ampliación de instalaciones que de nuevas construcciones (CAEB y INESTUR, 2008).

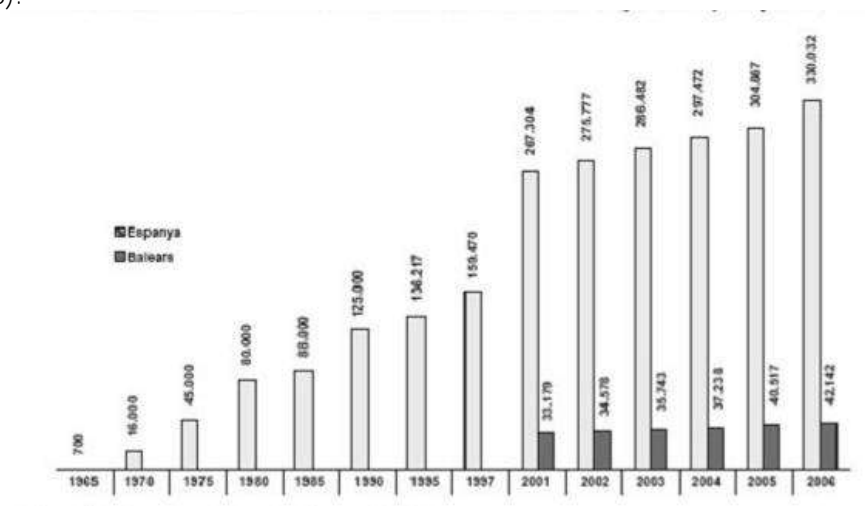


Figura 14.52. Serie temporal (1965-2007) del número de amarres en el parque náutico español (del 2001 al 2006 también especificado el parque náutico balear). En España podemos destacar en general que el sector de la náutica deportiva y de recreo se caracteriza por el aumento del parque náutico como se puede observar en esta evolución de la flota de embarcaciones de recreo en España y Baleares. De las 700 embarcaciones registradas en el año 1965 se ha pasado a casi 190.000 en el 2005, a las que se deberían añadir alrededor de 25.000 motos náuticas matriculadas (CAEB y INESTUR, 2008).



Imagen 14.27. El extraordinario crecimiento del parque de embarcaciones deportivas en el estado español ha sido un factor en favor del desarrollo turístico, así como también del impacto sobre el litoral. Embarcaciones deportivas amarradas en *Port de Sóller*, Mallorca (Federico Cardona).

El salto cuantitativo respecto a la cantidad de embarcaciones en España se dio también entre el 1975 y el 1980, cuando se produjo un crecimiento acumulado del 77% en 5 años. La recesión frenó ese crecimiento hasta el 1985, periodo durante el cual sólo creció un 10%, y fue a finales de los 80 que el aumento de la cantidad de embarcaciones se ha estabilizó hasta nuestros días. Esta cifra infravalora claramente la cantidad total de embarcaciones presentes. Por ejemplo, no considera los barcos con banderas no españolas que operan especialmente en verano (alemanes, franceses, italianos, británicos, holandeses, etc.). Tampoco incorpora los buques abanderados por razones fiscales en Gibraltar, y que permanecen en los puertos españoles gran parte del año, etc. La Comunidad que más barcos deportivos alberga en sus puertos es Catalunya, seguido de Baleares (CAEB y INESTUR, 2008).

Como es lógico, paralelo a este aumento sucede el del número de titulaciones emitidas para el gobierno de embarcaciones, como el patrón de navegación básico, patrón de embarcaciones de recreo, patrón de yate. Si hasta el 2000 el número medio de éstas se situaba alrededor de las 15.000 por año, entre 2004 y 2005 la media se eleva a 37.000, y en el 2006 llega a las 40.000 (CAEB y INESTUR, 2008).

La práctica del buceo se ha incrementado considerablemente en las últimas décadas, pasando de ser una actividad minoritaria y costosa a ser una de las aficiones relacionadas con el mar con más adeptos. En España existen un total de 789 clubes de buceo, repartidos por prácticamente todas las provincias españolas, aunque concentrados en las litorales. A través de éstos se canalizan la mayoría de actividades submarinas, que son de diversa índole: salidas desde la costa, salidas con barco, motivadas por la biología del lugar, arqueológicas, etc.



Imagen 14.28. Los ecosistemas marinos proporcionan un marco ideal para la práctica del buceo en España, que se ha convertido en una de las principales actividades recreativas en las últimas décadas y que requiere de un buen estado de los fondos marinos. Grupo de submarinistas saliendo del centro de buceo (Laura Royo).

La pesca marítima de recreo -entendida por la que se realiza por entretenimiento, deporte o afición y sin ánimo de lucro, y en la cual sus capturas no podrán ser objeto de venta ni transacción- también ha incrementado notablemente en las últimas décadas en España. Las licencias de pesca marítima recreativa se estiman en 110.733 para el año 2007 (CAEB y INESTUR, 2008). En torno a la mitad de las personas con licencia de pesca recreativa marítima considera, ésta, su principal actividad de ocio y deporte en su temporada de descanso. Ello define un perfil de usuario muy especializado en el tiempo libre que dedica a esta actividad, y por tanto, una cierta endogamia como grupo de ocio. En este campo también se infravalora el número de personas reales que practican esta actividad, ya que muchas la practican sin permiso.

La situación actual, en términos globales, de la pesca recreativa, es excesivamente desconocida en muchos de sus aspectos. No obstante, fácilmente se puede observar que *a priori* la relevancia de dicha actividad es de entidad en las regiones litorales españolas. Los datos anteriormente expuestos, relativos a la evolución de las actividades relacionadas que requieren de embarcaciones, se pueden aplicar a la pesca recreativa, ya que parte de estas embarcaciones son empleadas con este fin. Tomando el caso del Mediterráneo, que es donde hay mayor actividad, podemos decir que el ingreso administrativo de las CCAA del arco mediterráneo por las tasas de más de 37.000 licencias de pesca desde embarcación emitidas o renovadas durante el año 2003, fueron de más de 400.000 euros (Tragsatec, 2004).

La importancia socioeconómica de la pesca recreativa radica en una doble vertiente: ocio para los que la practican y desarrollo económico para las actividades que induce y las zonas donde se despliega. Esta actividad constituye en sí misma, una fuente de actividad económica, generadora indirecta de flujos económicos, a pesar de que éstos no se obtienen de la venta del producto pesquero. La pesca recreativa es una actividad generadora y sustentadora de una considerable cantidad de industrias y servicios adyacentes, creadora, de empleo en esos sectores.



Imagen 14.29. El servicio cultural de actividades recreativas incluye la pesca deportiva, la cual debe estar sometida a regulación para evitar impactos sobre las poblaciones objeto de pesca. Pescador deportivo con arpón (Manel Royo).

El gasto generado por la pesca recreativa en el Mediterráneo español, sobrepasa notablemente al Valor Añadido generado por la pesca profesional. La pesca deportiva representa entre 550 y 650 millones de euros anuales frente a los 380 que representa la pesca profesional. Esto es evidente, sobre todo, en la CCAA de Illes Balears y en provincias como Barcelona o Málaga, donde se da una concentración mayor y menos estacional del turismo (Tragsatec, 2004). Sólo en la isla de Mallorca se estima que en el año 2008, los turistas de pesca recreativa, 211.500 personas, se gastaron una media de 42€ por persona y en total la suma llegó a 8.925.300 euros (Cardona, 2009).

En términos más generales, el turismo internacional en España, se asume que viene mayoritariamente **por su atractivo turístico litoral/marino, especialmente por las actividades de “sol y playa”**. En 2009 más de 45 millones de turistas extranjeros de los 52 totales se acercaron a nuestras playas (IET-FRONTUR, 2010). No hemos de olvidar la cantidad de turistas que corresponde al turismo estatal, la cual ha incrementado en los últimos años. Parece que sus preferencias han cambiado y se opta más frecuentemente por disfrutar de nuestro país que por salir al extranjero. Aunque los destinos son variados, siguen siendo los lugares con playa los más visitados con diferencia.

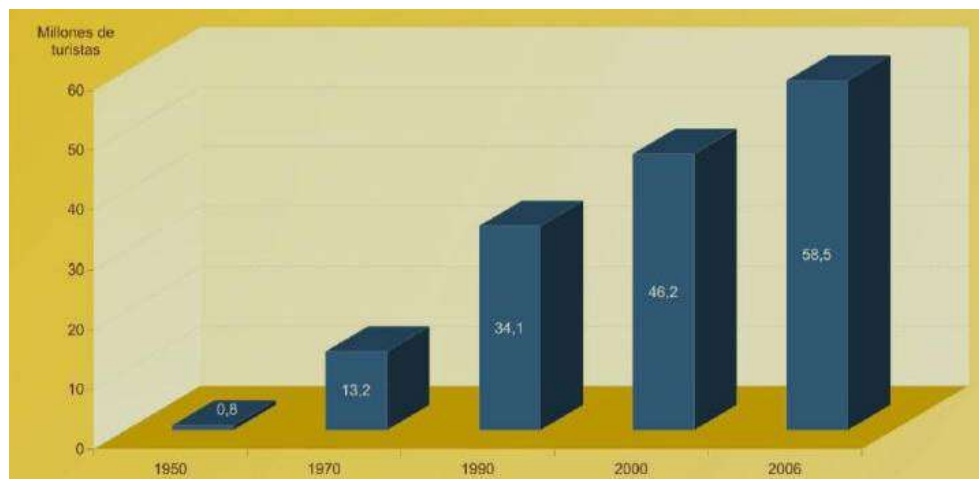


Figura 14.53. El crecimiento del turismo internacional ha sido espectacular en el último medio siglo. En 1950 apenas llegaron 800.000 turistas. Desde entonces, las cifras registradas en España han sido cada vez más elevadas, duplicándose cada 15 años aproximadamente. En 2006 se alcanzaron los 58 millones y medio de turistas (IET-FRONTUR, 2007). En 2009 fueron 52 y este descenso se explica por la situación de crisis económica desencadenada en 2008 (IET-FRONTUR, 2010).

El turismo de playa ha crecido ininterrumpidamente y con intensidad en las últimas décadas en España, sólo frenado en los últimos años a causa de la crisis económica. Es la actividad económica más importante de las provincias litorales y un porcentaje considerable del PIB español (11% de media de los últimos años). Este importante incremento de las visitas ha propiciado un crecimiento de la capacidad turística, no siempre bien planeada, acarreado desastrosas consecuencias para otros muchos servicios, sobre todo para los de regulación, pues el impacto de la actividad ha sido muy elevado y constante.

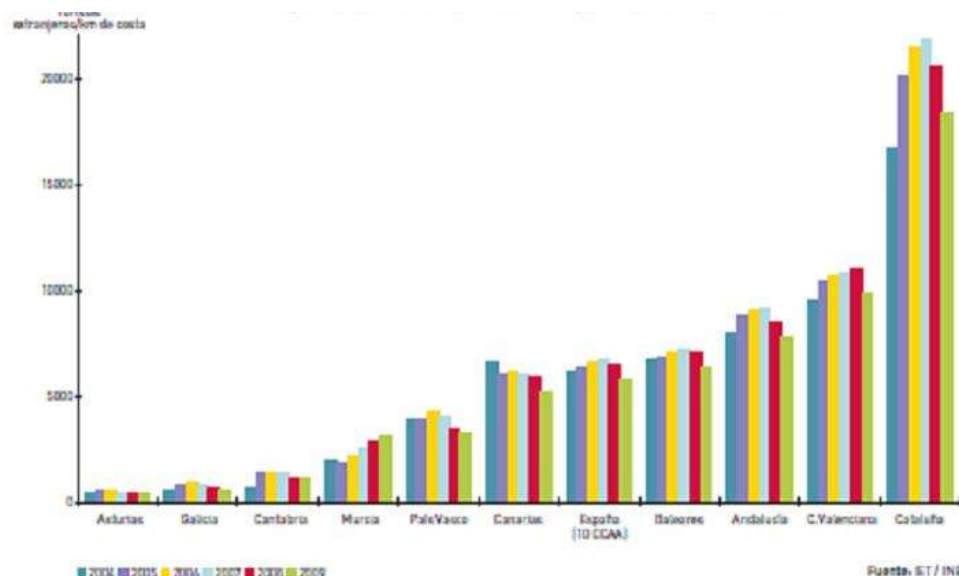


Figura 14.54. Turistas por kilómetro de costa en cada Comunidad Autónoma (IET/INE, 2010). El reparto por CCAA es desigual: Cataluña, con 18.868 turistas/km de costa, le siguen la Comunidad Valenciana (9.863 turistas/km de costa), Andalucía (7.049 turistas/km de costa), Baleares (6.329 turistas/km de costa) y Canarias (5.180 turistas/km de costa).

Existe un gran desequilibrio entre los destinos turísticos del norte de España y los del litoral mediterráneo. No obstante hay que tener en cuenta que las cifras resultantes no sólo están en función del número de turistas acogidos, sino también de la longitud de litoral de cada una de las comunidades autónomas que, en algunos casos, presentan una gran longitud, como en Galicia y en los archipiélagos canario y balear. En el ámbito estatal la cifra permanece, en torno a los 6.000 el año 2004, turistas extranjeros por kilómetro de costa, con una tasa de crecimiento del 8,9%.

El ecoturismo es una variante de la actividad turística que se define por la Sociedad Internacional de Ecoturismo como "un viaje responsable a áreas naturales que conservan el ambiente y mejoran el bienestar de la población local". Las principales actividades que se relacionan con este tipo de turismo que se han identificado son: buceo, *snorkel*, *kayak* de mar, travesías de avistamiento de cetáceos y turismo ornitológico.



Imágenes 14.30 y 14.31. Los ecosistemas marinos en buen estado proveen de numerosos motivos recreativos, de los cuales se beneficia la fotografía de naturaleza, de creciente importancia en España en los últimos años. Fotógrafos en un avistamiento de cetáceos y aves marinas (Lupe Suárez) y fotógrafo submarino (Laura Royo), respectivamente.

El ecoturismo relacionado con el mar es relativamente reciente en nuestro país y desde sus inicios ha incrementado su actividad, con vistas a seguir haciéndolo con más intensidad. Existen todavía pocas empresas especializadas en la vertiente puramente marina del ecoturismo. Ciertamente es que dentro del ecoturismo general, debe haber numerosas ofertas que tengan relación con el litoral o con la proximidad del mar, como por ejemplo la posibilidad de hacer senderismo acabando el recorrido en una playa donde tomar un baño. Pero es más difícil dar con empresas que se dediquen a ofrecer actividades



directamente marinas. No obstante, los nuevos paradigmas que parece que abraza el turismo en España para garantizar su futuro tienen una fuerte componente de mirada hacia el ecoturismo, por lo que las ofertas -muchas de ellas de nueva creación- parecen tener un porvenir asegurado por su urgencia y necesidad.

El turismo de buceo se ha desarrollado originariamente aprovechando circuitos y áreas de turismo de sol y playa, hoy en día éste llega hasta zonas menos frecuentadas, abriendo destinos imposibles en áreas que no están preparadas para el tradicional turismo. El fondo marino posee tres atractivos para el común de los turistas: virginidad, posibilidad de descubrimiento y aventura, y aun ahora exclusividad. El buceo está motivado por la calidad de los ecosistemas marinos donde se sitúa la inmersión, este hecho se refleja de mayor manera en las inmersiones en espacios protegidos. Podemos afirmar que la demanda de buceo en AMPs es muy alta, sobrepasando en algunos casos los límites de licencias establecidos por el espacio protegido. Esta preferencia tiene una motivación clara y es el poder disfrutar de un medio subacuático de mayor calidad. Se puede inferir de este hecho, por tanto, que cuantos más kilómetros de litoral, y más zonas visitables en alta mar, hubiera en España, mayor calidad de servicio se podría dar.

La fotografía es una actividad asociada al ecoturismo que está en creciente uso en España; existen diversidad de objetivos a fotografiar, ya sean los fondos marinos, el horizonte del mar, el litoral, pájaros, cetáceos, etc. esta actividad es otro de los motivos por los que los visitantes requieren espacios naturales de calidad.

Son destacables las salidas en embarcación para el avistamiento de cetáceos, descubrimiento del fondo marino mediante embarcaciones con cristales submarinos, etc. Se suelen ofrecer excursiones cortas, muchas veces copadas por turistas de sol y playa que disfrutan de otros componentes poco o nada relacionados con el ecoturismo, pero que siempre incluyen explicaciones con intenciones educativas y, por supuesto, el encuentro con estos admirados animales. Otras, en cambio, y en menor número, son mucho más especializadas ya que dan la posibilidad de salir por unos días a navegar por rutas conocidas por ser transitadas por cetáceos. Las Islas Canarias es la CCAA con más volumen de usuarios de este tipo de actividad. La presencia de cetáceos en Tenerife es tan cercana al litoral durante todo el año que ha convertido a esta isla en el segundo lugar del mundo en relevancia por el número de personas que pueden disfrutar de esta actividad.



Imagen 14.32. El servicio cultural de ecoturismo depende en gran medida de la calidad de los ecosistemas marinos y favorece el desarrollo turístico sostenible de las poblaciones litorales españolas. Avistamiento de cetáceos desde una embarcación en una salida naturalística (Lupe Suárez).

El turismo ornitológico con las aves marinas como objeto no está muy desarrollado en nuestro país, pese a que existen especies endémicas o raras en el Mediterráneo, por ejemplo, que son reclamos para turistas de aves, mayoritariamente británicos y alemanes. Parece ser que algunas empresas incluyen la posibilidad de la observación de aves.



En España las áreas protegidas marinas han ayudado a la mejora de este servicio a los visitantes, por ejemplo, la Isla de La Palma recibió en su centro de visitantes a 20.278 personas en 2010 (MARM, 2010). El número de visitantes en los dos Parques Nacionales marítimo-terrestres ha aumentado del 2007 al 2008, esta tendencia al alza sólo se comparte con el Parque de la Caldera de Taburiente, en todos los otros parques ha bajado la afluencia de visitantes (Europarc-España, 2010).

Tabla 14.21. Número de visitantes a los Parques Nacionales de España (MARM, 2011).

Parques Nacionales marítimo-terrestres	2007	2008
Illas Cies (Galicia)	238.939	254.000
Cabrera (Illes Balears)	72.688	78.767

El impulso del ecoturismo en España se refleja en algunas iniciativas como la del “pescaturismo” o turismo de pesca o turismo marinerio. En esta actividad, los marineros abren las puertas de su particular, y hasta ahora, tan privado mundo al sector turístico. Un maridaje en el que se enfrenta la diversión de un grupo de espontáneos con la realidad de las labores de los marineros. Una mezcla de turismo ecológico, turismo cultural y turismo gastronómico que surge de la necesidad de desarrollo económico en comunidades de pescadores afectadas por el declive del sector.

El turismo está seriamente amenazado a causa de desequilibrios ecológicos. Se debe apuntar que el desequilibrio de los servicios de regulación que afectan a la dinámica natural del sistemas playa-duna, como el caso de la regulación morfosedimentaria, implica la necesidad de alimentar el sistema de manera artificial. Por lo tanto, los costes de mantenimiento de este servicio han aumentado y seguirán haciéndolo, poniendo en peligro su rentabilidad, ya que muchas de las medidas tomadas son efímeras (mucho de la arena aportada se va con los temporales de invierno). La calidad de aguas de baño es también un tema esencial para el turismo, pues el grado de contaminación marina y la persistencia de los factores que la alimentan ponen en peligro el mantenimiento del servicio sin costes añadidos.

### 5.3.7. Educación Ambiental

La educación ambiental marina (EAM) ha evolucionado en España de diversas maneras, por una parte, el estado de la calidad del ecosistema marino ha empeorado, dejando cada vez menos ejemplos de buena calidad para servir de referencia en actividades de EAM. La otra cara de la moneda es que cada vez hay más gente concienciada y simultáneamente han surgido más y mayores problemas derivados de los impactos humanos, lo que ha motivado la proliferación de actividades de EAM a lo largo de la geografía española, específicamente o como parte de programas más amplios.

En referencia a la inversión de recursos humanos y materiales en EAM en España, al ser éste un sector relativamente nuevo en nuestro país, podemos decir que hasta hace unos años la tendencia ha sido el incremento tanto de personal, cada vez más y mejor preparado, como de recursos materiales. La situación de crisis que vivimos desde hace unos años ha hecho mella en el mundo de la EA en general, de forma que la inversión se ha mantenido en el mejor de los casos, cuando no ha descendido o desaparecido. Una parte muy importante de las acciones relacionadas con la educación ambiental, surge de iniciativas personales, asociativas y/o privadas; es impresionante el volumen de personas que mueven las redes de voluntarios de asociaciones, ONGs, fundaciones, etc.

Los ecosistemas marinos son una fuente de motivos para el desarrollo de la educación ambiental y, a su vez, proporcionan diversos medios para el desarrollo de programas. Éstos tienen el objetivo de acercar la naturaleza marina a niños y adultos y, así, aumentar la sensibilidad y conciencia sobre el ecosistema a través del conocimiento. En España las iniciativas de este tipo son muchas y muy diversas, con visión general o más local, y van desde la divulgación en áreas marinas protegidas, las aulas de mar, los

*aquarium*, los museos del mar hasta las redes de voluntarios para el seguimiento de la calidad del ecosistema, las limpiezas de playa, los centros de recuperación de especies marinas o el avistamiento de cetáceos y aves marinas.



Imagen 14.33. Los ecosistemas marinos ofrecen una buena oportunidad para el desarrollo de la educación ambiental marina, que ha cobrado mucha importancia en España en las últimas décadas, sobre todo ante el deterioro de la calidad de los mismos. Esqueleto de ballena en las Islas Canarias (Juan José Ramos).

En las Reservas Marinas del Estado se realizaron en 2010 casi un centenar de actividades de educación ambiental, concentradas sobre todo en la Reserva Marina de la Isla Graciosa e Islotes del norte de Lanzarote y la Reserva Marina de la Isla de La Palma. El número de participantes en estas actividades fue de un total de unas 2.500 personas aproximadamente (Subdir. Gral de Recursos marinos y acuicultura, MARM, 2011).

Algunas de las aulas de mar con mayor actividad y tradición en España son: Aula y museo del mar de Llanes (Asturies), Aula de Mar de Luarca y Museo del Calamar Gigante (Asturies), Aula del Mar de Santander (Cantabria), Aula del Mar de Málaga (Málaga), Aula del Mar “El Corralete” en Cabo de Gata (Almería), Aula de Mar La Petrolera en es Portitxol (Mallorca, Illes Balears), Escola de Mar de Badalona (Barcelona), Aula CRAM (Barcelona), Aula do Mar de Cariño (Lugo), Aula do mar Mardelaxe en Laxe (Galicia) y Aula do Mar en Oleiros (Galicia).

En España existen también centros de recuperación de fauna marina, que además de atender a cetáceos, tortugas y aves marinas, mayoritariamente, que sufren problemas por algún impacto normalmente de origen antropogénico, también tienen su vertiente de educación, propia o asociada a alguna institución como las aulas del mar. En España los centros que cumplen esta función son:

- CREMA, el Centro de Recuperación de Especies Marinas Amenazadas de Andalucía, cuyo centro de educación ambiental es el Aula del Mar de Málaga.
- Centre de Recuperació d'Animals Marins (CRAM), en Catalunya.
- Centro de Recuperación de Especies Marinas de la Cova de ses Llagostes, en Ibiza, Illes Balears).
- Algunos parques acuáticos como (Aqualandia-Mallorca, Mundomar-Benidorm, etc.) cumplen la función de centro de recuperación en regiones del litoral donde otros centros de recuperación más preparados está lejos. Algunos de los animales que no pueden ser devueltos al medio forman ya parte de los programas de educación ambiental.
- Coordinadora para o Estudo dos Mamíferos Mariños-CEMMA

Las salidas para hacer avistamiento de cetáceos y aves marinas son muy populares en la zona del Estrecho y en Canarias, aunque también se realizan en otros puntos del litoral. Estos paseos con embarcación, se complementan con charlas sobre la ecología de estas poblaciones. Los *aquarium* son otro foco de educación y divulgación ambiental, entre los más importantes encontramos el de Valencia (el más grande de Europa), el de Barcelona, el de Donosti, el de A Coruña, el de Mallorca, el de Finisterre, el *Aquarium* Galicia en O Grove (Pontevedra) y el de Roquetas de Mar.



Imagen 14.34. El éxito de los *aquarium* en España responde a la enorme curiosidad que los ecosistemas marinos despiertan en los humanos y ofrece la posibilidad de acceder a una visión del mar privilegiada desde la tierra, por lo que son un buen reclamo para la práctica de la educación ambiental marina. *Aquarium* de A Coruña (Manel Róyo).

Existen varias redes de voluntariado o programas de monitoreo del litoral o del mar con solera en España para cubrir ciertas problemáticas ambientales que la administración o iniciativas privadas no llega a solucionar. El programa de seguimiento de las praderas de posidonia en Balears, Catalunya y Murcia, lo llevan a cabo personal técnico de la administración y un gran equipo de personas voluntarias que recogen los datos. En esta misma línea existe una Red de Seguimiento Ibérico del Litoral Marino, que mediante el buceo de recreo de voluntarios hace un seguimiento del estado de salud de los fondos de España. Estas redes no sólo cubren necesidades de trabajo ambiental, si no que además son una eficiente vía de educación a través de la experiencia y el compromiso.

#### La experiencia de la educación ambiental en Galicia

En Galicia, por su antigua y arraigada tradición marinera y el activo tejido social, las experiencias de educación ambiental y divulgación son muy numerosas y diversas, de las cuales cabe destacar:

- Aula del mar (AM): AM Mardelaxe en Laxe, AM de Oleiros, AM de Cariño, el aula etnográfica do mar de A Guarda.
- Centros de interpretación (CI): el CI do Mar de A Guarda, el CI da Conserva de Goday de la Illa de Arousa, el CI de la Ría de Arousa, CIRA en VilaGarcía de Arousa, el CI de Cabo Udra en Bueu, CI de Fisterra.
- Barco-Museo bonitero de Burela.
- Museos: el museo de la Pesca de Fisterra, el museo marítimo Seno de Corcubión.
- Centro Comarcal da Mariña Occidental de Viveiro.
- El *Aquarium* Galicia -Aquavisión en O Grove (Pontevedra).
- Programas de educación en las áreas marinas protegidas.
- Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos (CEMMA), que desarrollan programas como la red oficial de varamientos en Galicia o la red de avistamientos de Galicia.

## 5.4. Tendencias generales

La tendencia del estado de los ecosistemas marinos españoles es variable en función de si consideramos los beneficios que nos aportan los servicios de abastecimiento, como la pesca extractiva, los servicios de regulación en general o los servicios culturales ligados a estos ecosistemas. En general, hablamos que en los últimos 50 años se ha producido una degradación de los servicios que proporcionan intrínsecamente los ecosistemas marinos que es causa -y consecuencia a la vez- del incremento de los servicios “tecnificados” y de los “terciarizados”. De estos cabría destacar el crecimiento del servicio de acuicultura y de las actividades relacionadas con determinados servicios culturales para satisfacer el ocio, el conocimiento y la educación.

Tabla 14.22. Tendencia del estado de los servicios agrupados por servicios tradicionales/rurales y los tecnificados.

Servicio	Ejemplo	Tendencia del estado del servicio en los últimos 50 años
Abastecimiento tradicional	Pesca profesional, marisqueo	↓
Abastecimiento tecnificado	Acuicultura, agua dulce de desaladoras	↑
Regulación natural	Todos	↘
Regulación tecnificada	Regeneración de playas	+/-*
Culturales rurales	Conocimiento tradicional, sentido de pertenencia	↓
Culturales urbanos	Conocimiento científico, actividades recreativas	↑

\*En el periodo de los años 70-90 aumentó el número de superficie de playas regeneradas y por lo tanto de arena extraída, pero a partir de ese momento, se han empezado a considerar acciones menos impactantes y más eficientes, por lo que ha disminuido la extracción.

Tabla 14.23. Tendencia de la situación del servicio en los últimos 50 años.

(\*) El estado del servicio de abastecimiento: alimentación: marisqueo se supone que sigue la misma tendencia de empeoramiento que el subservicio de pesca tradicional (porque la demanda ha superado la oferta y este hecho ha forzado la introducción de técnicas de cultivo), aunque los datos son confusos y no se separa entre poblaciones silvestres explotadas y semicultivos ("sembradas" con larvas de la especie objetivo).

Tipo	Servicio		Situación
Abastecimiento	Alimentos	Pesca profesional	↓
		Marisqueo profesional	↓?*
		Acuicultura	↑
		Pesca y marisqueo no profesional	↗
	Agua dulce		↑
	Materias primas de origen biológico		↔
	Materias primas de origen geótico		↔
	Energías renovables		↗
	Acervo genético		↘
	Medicinas naturales y principios activos		↗
	Transporte marítimo		↑
Regulación	Regulación climática	Global	↘
		Regional y local	↔
	Regulación de la calidad del aire		↔
	Regulación hídrica		↔
	Regulación de la calidad del agua		↘
	Regulación morfo-sedimentaria		↓
	Fertilidad del medio		↘
	Regulación de las perturbaciones naturales		↘
	Control biológico		↘
Culturales	Conocimiento científico		↑
	Conocimiento tradicional		↓
	Identidad cultural y sentido de pertenencia		↘
	Disfrute espiritual y religioso		↘
	Paisaje-disfrute estético		↗
	Actividades recreativas y ecoturismo		↑
	Educación ambiental		↑



Alto  
Medio-Alto  
Medio-Bajo  
Bajo

↑ Mejora del servicio  
↗ Tendencia a mejorar  
↔ Tendencia mixta  
↘ Tendencia a empeorar  
↓ Empeora el servicio



## 6. Impulsores directos del cambio

Cualquier factor que altera directamente, ya sea natural o inducido por los seres humanos que actúa de manera inequívoca sobre los procesos biofísicos de los ecosistemas es un impulsor de cambio. Como resultado de la presión que ejercen éstos sobre los servicios que los ecosistemas marinos proporcionan al bienestar humano, concluimos que se ha producido y se sigue produciendo un deterioro de los mismos. La degradación de los servicios de los ecosistemas marinos se viene produciendo desde hace muchos años, pero no ha sido hasta hace relativamente poco que la destrucción del hábitat se está considerando una amenaza dominante para la diversidad, estructura y funcionamiento de los ecosistemas marinos y litorales, sus servicios (Halpern *et al.*, 2008).

Los ecosistemas marinos son objeto de numerosas actividades humanas y están sujetos a importantes presiones e impactos. Los vertidos de origen tanto terrestre como marino (urbanos, industriales y fruto de la navegación), la destrucción física o alteración del hábitat, los desequilibrios en poblaciones de organismos objeto de explotación, el ruido submarino, o las alteraciones derivadas del cambio climático como la acidificación, son algunos de los efectos negativos que sufren nuestros mares y océanos. Estos efectos sobre los ecosistemas marinos también influyen en los servicios que nos proporcionan, por lo que su degradación puede suponer, por ejemplo, un declive en bienes como la calidad del pescado, el potencial recreativo, la regulación de los procesos erosivos o la calidad del paisaje.

Todos y cada uno de los impulsores directos de cambio están relacionados entre sí, por lo que se generan sinergias que en algunos casos pueden ser negativas, empeorando así los efectos que tendría cada impulsor de manera individual. Por ejemplo, las poblaciones de organismos marinos afectadas por la eutrofización, fruto de la entrada excesiva de nutrientes y con posibles episodios de hipoxia asociados, se verán también afectadas por el incremento de la temperatura debido al cambio climático, que a su vez disminuirá la concentración de oxígeno, amplificando los episodios hipóxicos. Por esta razón es complejo, sino imposible, considerarlos estrictamente de manera separada y establecer jerarquías. Así, pese a que en este trabajo los trataremos de manera individual, se harán constantes referencias a esta interrelación tan intensa.

Los impactos que reciben los ecosistemas marinos responden a escalas espacio-temporales muy distantes, hecho que dificulta enormemente la gestión de las amenazas. Por ejemplo, una red de arrastre provoca cambios inmediatos en el hábitat; una zona bajo los efectos de la eutrofia sufrirá cambios a corto plazo en la composición de especies; el cambio climático supone el incremento gradual a medio-largo plazo de la temperatura a nivel global; o finalmente, las modificaciones de la “cinta transportadora” oceánica provocará alteraciones climáticas a nivel planetario en una escala e tiempo mucho mayor.

Tabla 14.24. Intensidad y tendencia de los principales impulsores directos de cambio en los ecosistemas marinos en España, en los últimos 50 años.





ECOSISTEMA	Cambios de usos de medio*	Cambio climático	Insumos externos	Especies invasoras	Explotación intensiva de los servicios	Cambios en los ciclos biogeoquímicos
Marino	↗	↗	→	→	↗	→

\* A diferencia de los otros ecosistemas españoles, el impulsor de cambio de usos del suelo, se renombra como cambios de usos del medio, ya que en los ecosistemas marinos las transformaciones no solo hacen referencia al propio suelo de la cuenca oceánica, si no también toda la columna de agua y, por tanto, lo que se encuentre tanto en el lecho marino como en la misma (flora y fauna bentónica, demersal, pelágica, etc.) es susceptible a este impulsor.

## Intensidad de los impulsores directos del cambio

Bajo	
Moderado	
Alto	
Muy alto	

## Tendencias actuales de los impulsores directos del cambio

Disminuye el impacto	
Continúa el impacto	
Aumenta el impacto	
Aumenta muy rápido el impacto	

Para los ecosistemas marinos, los impulsores de cambio directo más importantes -tanto local como globalmente- en los últimos 50 años han sido los cambios de uso del medio y la sobreexplotación del capital natural de pesca. La mejora o aumento de los aparejos de detección, de la eficiencia de las artes de pesca o de la potencia de los barcos, por ejemplo, ha facilitado la explotación de los servicios de abastecimiento de pesca en exceso (*stocks* fuera de los límites biológicos, colapso de caladeros, etc.). Además, los efectos de algunas técnicas de pesca se han añadido a este proceso, como es el caso de la pesca de arrastre, que ha destruido a su paso grandes superficies de lecho marino, lo que han provocado a su vez pérdida de hábitat y desequilibrios en los ecosistemas. La pérdida de ecosistemas también ha llegado de la mano otras causas, como las construcciones humanas o la intensificación del fondeo en el litoral; o los emisarios de las EDAR, otras instalaciones o las prospecciones marinas. La tendencia de la población a vivir en el litoral español, sumado al aumento de las actividades recreativas que allí se dan, han influido intensamente en muchas de estas causas, pues el aumento de la demanda de servicios ha supuesto el desarrollo y la intensificación de muchas actividades.

Localmente, los ecosistemas marinos, están amenazados por los insumos externos, la sobreexplotación y los cambios en los usos del medio, muchos de ellos también estrechamente relacionados con el ecosistema litoral.

El cambio climático es el impulsor más ampliamente distribuido y sus impactos afectan potencialmente a todo la región. De manera local, la acidificación puede causar estragos sobre el equilibrio de los ecosistemas, por lo que este fenómeno se considera una amenaza creciente para los ecosistemas marinos.

Una compilación de 161 estudios en el Mar Mediterráneo, apunta que los factores de cambio más estresantes para los ecosistemas marinos son: la acuicultura (23%), la degradación del agua (20%), las actividades de pesca destructivas (13%), la invasión de especies (12%), la urbanización (11%) y el incremento de la sedimentación (9%) (Claudet y Fraschetti, 2010).

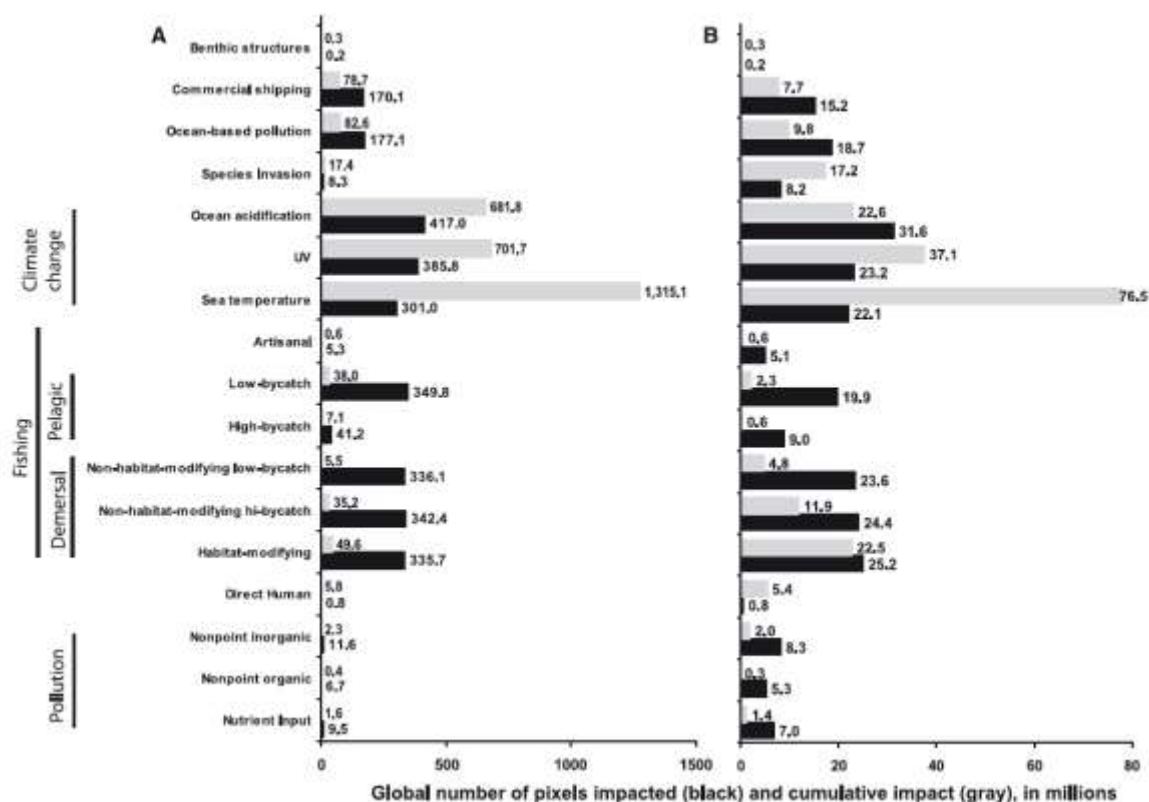


Figura 14.55. Impulsores directos, alcance e intensidad mundial: el área afectada (km<sup>2</sup>, barras grises) y la suma de la intensidad de los impactos (unidades reescaladas, barras negras) para cada impulsor antropogénico en: A) todos los ecosistemas marinos, B) para regiones litorales de menos de 200 m de profundidad (Halpern *et al.*, 2008). Generalizando, las regiones litorales son más vulnerables al impacto de todas las presiones que las más profundas.

### 6.1. Cambios de uso del medio

En los ecosistemas marinos, los casos más relevantes de cambios en el uso del medio, son la ampliación de nuevos caladeros de pesca, la intensificación de la pesca, la instalación de jaulas de acuicultura, la proliferación de los emisarios submarinos de las instalaciones EDAR, la extracción de servicios geóticos, las prospecciones marinas, la ampliación e intensificación de las vías de transporte marítimo y, finalmente, el aumento y diversificación de las actividades de recreo.

La sobreexplotación del servicio de abastecimiento de pesca ha llevado al sector extractivo a buscar nuevos caladeros de pesca. De manera general, se puede decir que se han ampliado zonas de pesca más lejos del litoral y más profundas que en los años previos. Las zonas de pesca se escogen por la presencia del recurso objetivo, llegando a un compromiso entre cantidad y valor del recurso y dificultad técnica (lejanía del litoral, mayor potencia para izar artes a mayor profundidad, mayores prestaciones de la embarcación, etc.). A su vez, esta ampliación y/o cambio de zonas pesqueras más lejanas y profundas para mantener un nivel de capturas beneficioso, ha provocado una pérdida de rentabilidad de la industria extractiva.

La intensificación del servicio de abastecimiento de la acuicultura ha conllevado la apertura de nuevas granjas acuícolas, así como la instalación de jaulas flotantes emplazadas en el medio marino, sobre todo en las regiones de Canarias y Baleares (Libro blanco de la pesca, 2009). En el caso de la producción de mejillón en Galicia, las concesiones se han estancado por haber utilizado al máximo el espacio en las Rías, aun así, se está estudiando la posibilidad de abrir nuevas concesiones en otras zonas del litoral español (Libro blanco de la pesca, 2009).

De la misma manera, el incremento en el tráfico marítimo, ha conducido a la utilización de nuevas zonas para la navegación. Esta actividad supone un aporte de contaminantes a los ecosistemas marinos y se consideran la principal vía de entrada para la introducción de especies alóctonas, además de ser la principal fuente de contaminación acústica. Como se ha comentado anteriormente el tráfico marítimo va estrechamente ligado con las infraestructuras portuarias que reciben sus mercancías o pasajeros.

El uso del servicio cultural recreativo, se ha incrementado en la cantidad de usuarios en las zonas de costa; a mayor número de usuarios, se amplifican las zonas de uso y se diversifican las actividades de disfrute (nuevas zonas de buceo, nuevas rutas de barcos turísticos, más bañistas en una zona de playa, búsqueda de nuevas zonas para la pesca recreativa, etc.).



Imagen 14.35. El incremento de las actividades de recreo en el mar ha hecho aumentar el número de ancorajes y los impactos relacionados con la contaminación, mientras que también ha favorecido la construcción de más infraestructuras para soportar los nuevos servicios del sector turístico. Golondrinas en el puerto de Ciutadella (Menorca) (Laura Royo).

También hay que tener en cuenta que muchos de los cambios en los usos del suelo del ecosistema litoral –caracterizado como el vector de presión más importante (ver capítulo de ecosistemas litorales)- tienen un efecto en el ecosistema marino. Por ejemplo, el proceso de litoralización que da lugar a la cementación de litoral con la destrucción física de los hábitat preexistentes, condiciona las dinámicas litoral-marinas. La pérdida o alteración de ecosistemas litorales como los humedales, estuarios y playas, afecta directamente a la integridad de los ecosistemas marinos vecinos. El modelo de desarrollo de consumo, turístico y agrícola ha potenciado el impulsor de aportes externos en los ecosistemas marinos y hecho aumentar la demanda de uso de desaladoras para la obtención de agua potable, intensificando también las consecuencias negativas de esta actividad

El incremento en la demanda del servicio de abastecimiento de energía, ha conducido a la ampliación de las plataformas marinas de extracción, así como sondeos para identificar nuevas bolsas de hidrocarburos. También se ha llegado al momento de instalar estaciones de energías renovables (eólicas, mareomotrices), que por ahora sólo son proyectos de inminente ejecución (tan sólo hay estaciones de prueba). Para la energía eólica, las perspectivas europeas para el año 2020 son que ésta participe en un 20% en el consumo energético total de la UE y se prevé que en el año 2014 ya se produzca energía eólica de plantas *offshore* y se incremente la cantidad de energía generada con los años (PANER)

La continuada, aunque actualmente en decrecimiento, extracción de arenas de placeres para la regeneración de playas, ha derivado en cambios en el lecho marino desde la destrucción directa de los hábitats y organismos a la extracción directa hasta la degradación de praderas de posidonia, que se ven afectadas por el aumento de la turbidez cuando la arena se deposita.

La construcción de nuevas EDAR para la depuración de aguas ha implicado la construcción de nuevos emisarios submarinos en el lecho para verter las aguas “depuradas” a distancia del litoral, lo que ha conllevado la destrucción del hábitat a lo largo del emisario y del abanico de vertido que genera.

## 6.2. Cambio climático

Los cambios climáticos se deben distinguir en dos tipologías diferentes según el origen de sus causas, las fluctuaciones naturales que el planeta ha sufrido a lo largo de su historia y los cambios climáticos inducidos por la humanidad (IPCC, 2007). Los primeros no dan lugar a pensar en cómo gestionarlos, pero sobre los generados por la acción humana sí se puede actuar.

El cambio climático es un impulsor de cambio directo y de él derivan numerosos efectos sobre los ecosistemas marinos, como son el calentamiento del aire y del agua, la disminución del pH del agua y el aumento del nivel del mar. Al tratarse de un impulsor que actúa globalmente y que tiene efectos que se suman sinérgicamente a los de otros impulsores de cambio, podemos afirmar que el impacto actual y potencial del cambio climático es general sobre el equilibrio de los ecosistemas marinos y, por tanto, supone una amenaza para todos los servicios que éstos proveen al bienestar humano.

Las zonas y sistemas más vulnerables al cambio climático son las comunidades bentónicas y, entre ellos, los ecosistemas que están conformados por los organismos más longevos y de crecimiento más lento, como son los corales rojos del Mediterráneo y los corales negros de Canarias; los campos de algas de cierta profundidad, marismas, praderas de angiospermas y las praderas de algas pardas del conjunto de las costas españolas (Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente, 2006).

Actualmente se trata de un factor de cambio moderado y no es capaz de explicar el cambio que se ha producido en los ecosistemas marinos en los últimos 50 años, aunque se espera que los efectos del cambio climático sigan una tendencia en aumento (IPCC, 2007). Además, estos efectos sobre los ecosistemas marinos se sumarán a las presiones otros impulsores..

El potencial servicio de absorción de CO<sub>2</sub> por parte del mar se podría estar perdiendo. Bindoff *et al.* (2007) apuntan que el mar captó el 37% de los gases de efecto invernadero emitidos por la humanidad entre 1980 y 2005, frente al 42% en años precedentes. Los mares y océanos almacenan CO<sub>2</sub>, que intercambian con la atmósfera, de manera que uno de los valores de los ecosistemas marinos que actualmente están más en auge es el importante papel que juega a la hora de minimizar los efectos del exceso de emisiones de CO<sub>2</sub> de origen antropogénico. Pero algunos de los efectos del aumento de la concentración de gases de efecto invernadero de manera continuada ha sido que el mar ya no es tan eficiente en la captación de los mismos. Esto, además, tiene consecuencias sobre el pH del mar, lo que se detallará más adelante.

Los principales efectos conocidos del cambio climático sobre los ecosistemas marinos derivan de uno principal, que es el aumento de las temperaturas tanto de la atmósfera como del agua del mar, el cual a su vez genera:

- Cambios en la distribución de especies
- Desequilibrios en la red trófica
- Alteración de la dinámica de las praderas de angiospermas
- Ascenso del nivel del mar
- Contribución a la aparición de la hipoxia
- Disminución de las precipitaciones y descargas de los ríos
- Influencia en la acidificación de las aguas marinas



El incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico en la atmósfera durante el siglo pasado están cambiando el clima del Planeta, lo que se refleja en el aumento medio de la temperatura de 0,6 °C durante ese siglo (IPCC, 2007). La magnitud del aumento de la temperatura en España durante el siglo XX ha sido mucho mayor que las registradas globalmente (de Castro *et al.* 2005). Un buen ejemplo de ello son las Islas Baleares, donde, desde el año 1976, se ha observado un incremento de la temperatura media atmosférica de 1,5 °C (Sergi Alonso, comunicación personal, 2006).

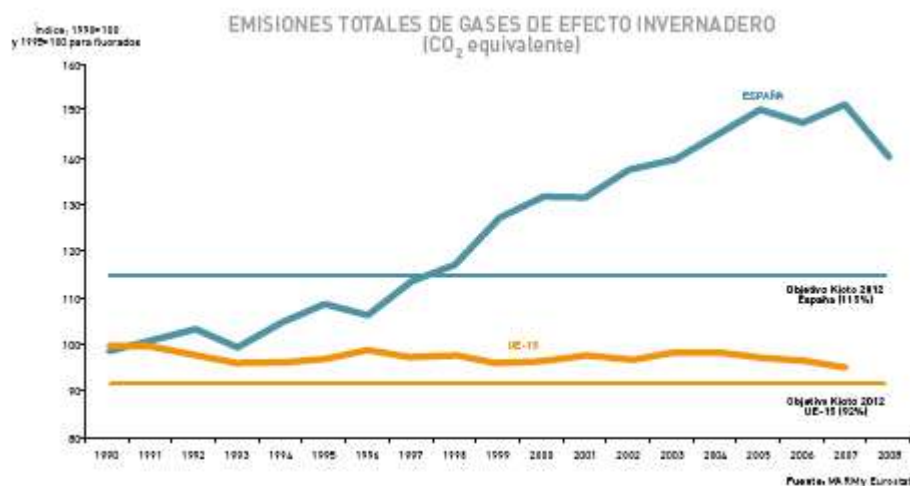


Figura 14.56. La emisión global de gases de efecto invernadero en España (en kilotoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente) ha aumentado en los últimos años. Desde la mitad de de nuestro decenio, se observa una disminución de las emisiones totales de gases efecto invernadero (Perfil Ambiental, 2009). Esta disminución, aunque sea constante y duradera no implica una disminución inmediata de los efectos del cambio climático, a causa de la inercia del sistema y al tratarse de un ciclo abierto donde toda la atmósfera del Planeta entra en juego.

Se pronostica que las temperaturas anuales globales del aire habrán aumentado entre 1,8°C y 4 °C (estimación óptima) a finales de este siglo, teniendo en cuenta desde el mejor hasta el peor escenario (IPCC, 2007). Este aumento de la temperatura se transmite al mar provocando su calentamiento, con una tasa de incremento de 0,13 °C por década, la mitad de la atmosférica, calculada a partir de datos recogidos durante la última mitad del siglo XX (IPCC, 2007).

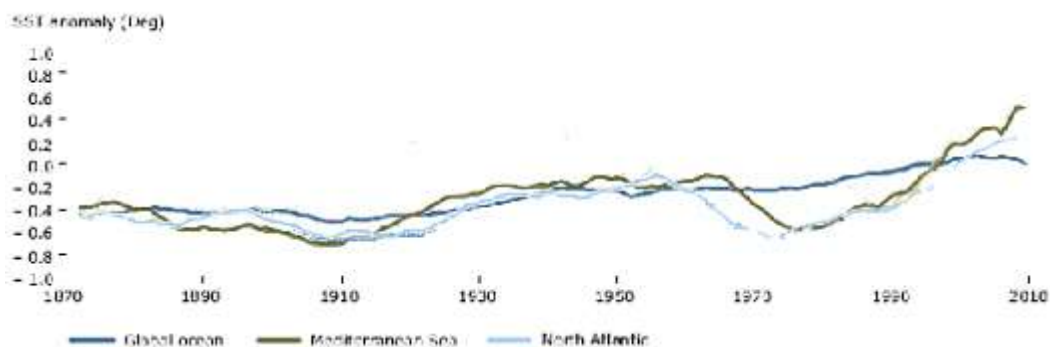


Figura 14.57. Variación media anual de las temperaturas de la superficie del mar entre 1870 y 2010 en diferentes mares (modificado de EEA Marine&Coastal, 2010). Se observa una tendencia general de aumento de las temperaturas superficiales en el mar Mediterráneo y el Atlántico norte superiores a la media global.

Es indiscutible que las aguas profundas del Mediterráneo Occidental han aumentado su temperatura y salinidad a lo largo del siglo XX y se ha producido una aceleración del ritmo de calentamiento y salinización (IEO, 2010). Durante la década de los 90 se produjo un incremento considerable del aumento de temperatura de las capas superficiales en el Mediterráneo Occidental, observado tanto en el litoral catalán (ésta a un ritmo de a un ritmo de unos 0,025 °C/año), como en el Mar de Alborán (IEO,

2010). Algunos estudios apuntan el incremento de la temperatura como el mayor agente estresante del Mediterráneo (Claudet y Fraschetti, 2010).

El aumento de la temperatura alterará el equilibrio del ecosistema. Algunos ejemplos son:

- Cambios en la distribución de especies: se verán favorecidas, particularmente, aquellas especies de regiones tropicales y subtropicales, respondiendo a un proceso de “tropicalización” (Bianchi, 2007) y al contrario con las especies boreales. Estos cambios de distribución, pueden favorecer el aumento de la llegada de especies invasoras.
- Desequilibrios en la red trófica: una de las comunidades más vulnerables a las variaciones de temperatura es el plancton, base de la cadena alimentaria, y ello afectará a la distribución de las subsiguientes especies de la red trófica. La productividad de las aguas españolas, dadas sus características de mares subtropicales o templados cálidos, se verá reducida con consecuencias en los *stocks* de especies comerciales.
- Alteración de la dinámica de las praderas de fanerógamas marinas: comunidades sensibles como las praderas de praderas de *Posidonia oceanica* del Mediterráneo; las praderas de *Cymodocea nodosa* y poblaciones de *Zostera noltii* de Canarias; las praderas de *Z. noltii* y *Z. marina* del litoral atlántico ibérico; se verán afectadas por el incremento de la temperatura. Para el caso concreto de la posidonia, ésta tiende a incrementar la tasa de respiración –plantas y sedimento- (Barrón *et al.* 2006) y la demanda de oxígeno. Los episodios continuados de alta temperatura producen un estrés en la planta que afecta a su crecimiento y supervivencia y también pueden inducir la floración de la pradera (Díaz-Almela y Marbà, 2009).

El calor que absorbe el mar afecta también al nivel del mismo, pues al aumentar su temperatura disminuye la densidad del agua, con lo que la misma masa ocupa un mayor volumen. Éste es el fenómeno de expansión térmica, responsable del 50% de aumento del nivel del mar durante el siglo XX. También el retroceso de los glaciares y las capas de hielo de los casquetes se asocia con un grado de probabilidad muy alto a forzamientos antropogénicos (Bindoff *et al.*, 2007).

Durante el siglo XX el nivel del mar creció de media globalmente 1.7 mm/año (IPCC, 2007a). Esto se debió en un 40% a la expansión térmica en el periodo 1961-2003 (Allison *etal.*, 2009; IPCC, 2007a). Pero esta tendencia se ha acelerado aún en los últimos 15 años, 1993-2008, llegando a 3.1 ( $\pm$  0.6) mm/año, con un incremento significativo en la contribución del deshielo en Groenlandia y la Antártica (Alblain *etal.*, 2009, EEA, 2010h).

La tasa de aumento del nivel del mar en España es de 0,004 m/año (IPCC, 2007). Este aumento del nivel del mar probablemente inducirá a un retroceso en la línea de costa y tendrá especial impacto en regiones insulares y litorales y no tanto en los ecosistemas marinos propiamente. Buena parte de las zonas bajas litorales se inundarán (deltas del Ebro y Llobregat, Manga del Mar Menor, costa de Doñana), parte de las cuales puede estar construida (MIMA, 2004).

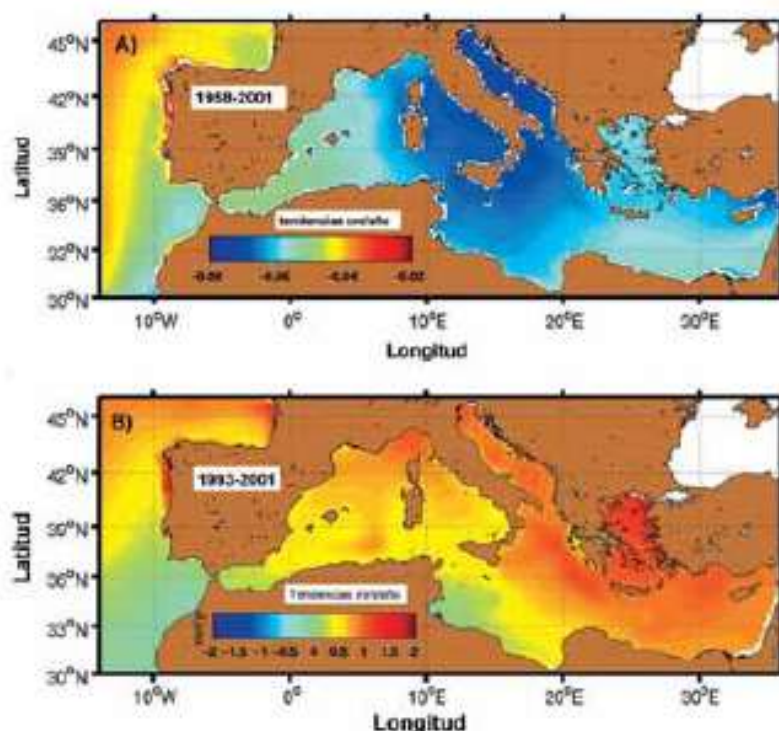


Figura 14.58. Tendencias lineales para el nivel del mar forzado atmosféricamente (efecto de la presión atmosférica y el viento). A) Para el periodo 1958-2001 (cm/año) y B) para el periodo 1993-2001 (mm/año) (IEO, 2010). Históricamente, se produjo un descenso del nivel del mar desde los años 60 hasta los 90, momento en que hay un incremento importante del ritmo de subida del nivel del mar (IEO, 2010).

Al aumentar la temperatura del mar, la solubilidad de los gases disminuye, en este caso, la disminución en la concentración de oxígeno, contribuirá a un mayor asentamiento de zonas de hipoxia. Las deficiencias de oxígeno se han incrementado en frecuencia, duración y severidad en las últimas décadas (Díaz y Rosenberg, 2008) en las zonas costeras, haciendo aumentar también los impactos para la vida marina. Este aspecto, al estar relacionado con tantos servicios, impulsores, etc. se va a tratar de manera especial al final de este apartado.

Otra de las consecuencias de del cambio climático es que se espera que disminuyan las precipitaciones y descargas de los ríos en las regiones más calientes de Europa, como la región Mediterránea y el sur de Península Ibérica (IPCC, 2007), hecho que influirá en los servicios de regulación hídrica, de calidad del agua y morfo-sedimentaria.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera tienen un impacto adicional sobre el mar: la acidificación del mar y la reducción de iones carbonato. Los ecosistemas marinos absorben de forma natural en torno al 30% del CO<sub>2</sub> y el 80% del calor atmosférico (IPCC, 2007). Como consecuencia del incremento de emisiones contaminantes a la atmósfera se ha producido una concentración de CO<sub>2</sub> que está generando una saturación en los océanos. Esto provoca una alteración en el equilibrio químico del carbono, que produce la precipitación del mismo, limitando la disponibilidad de C orgánico disuelto en el medio acuoso, con graves consecuencias para la vida marina.

Este aumento del CO<sub>2</sub> en aguas superficiales se ha traducido en una reducción de 0,1 unidades de pH. Aunque que estos cambios puedan parecer pequeños no lo son, ya que el pH está una escala logarítmica –de la concentración del ión hidrogeno-, por lo que este 0,1 significa un incremento del 30% de la acidez del mar. Se prevé que el pH se reducirá 0,3 unidades más, hecho que dificultará especialmente la formación de estructuras calcificadas de bivalvos, corales, foraminíferos, equinodermos, gasterópodos, etc., lo que se supone desastroso para los ecosistemas marinos.



Figura 14.59. Variación (desviación de la media) del pH en las Canarias del año 1980 hasta el 2010 (Agencia Europea del Medio Ambiente, 2009). Hay un descenso continuado del pH en aguas Canarias, hasta llegar a variaciones de un 35% respecto la media del pH en el mes de septiembre. Se observa también que en los años 80 la media del pH era superior para las dos estaciones, en cambio a partir del 2000, se invierte la tendencia, dando lugar a una desviación negativa respecto la media del pH. En algunos estudios (Halpern *et al*, 2008) la acidificación se postula como uno de impulsores de cambio importantes por su amplia distribución.

### 6.3. Insumos externos

En los ecosistemas marinos uno de los mayores impulsores de cambio es la entrada de sustancias externas al sistema, que generan episodios de contaminación de diversa intensidad y alcance. A causa de la gran extensión del mar, se puede hablar de dos regiones donde afectan de manera diferenciada los insumos externos: las regiones más someras y cercanas al litoral y las de mar abierto. Los efectos de estos insumos afectarán a una región u otra según su alcance, mayor o menor según la intensidad del impacto en el tiempo y el espacio, y según si el origen de los aportes es en tierra o alta mar.

Las principales vías de contaminación en alta mar están originadas por:

- El intenso transporte marítimo, que conlleva el vertido de aguas residuales de los barcos, las pérdidas de carga, la limpieza de sentinas (en alta mar, es ilegal), el desgaste de las pinturas de recubrimiento de los barcos (antifoulings), el ruido de los motores de los buques (puede afectar a la orientación de algunas especies migratorias), etc. Se cree que en el Mediterráneo el 75% de los hidrocarburos vertidos anualmente -más de 650.000 toneladas- proceden de las operaciones de buques (Oceana, 2006) y sólo el 5% son de accidentes de petroleros (Oceana, 2009). La pérdida de redes o aparejos de pesca suponen el abandono de materiales sólidos en el mar y causan la muerte especialmente de mamíferos y tortugas marinas, sobre todo por redes a la deriva. El hundimiento de buques implica la deposición en el fondo marino de la nave y todo lo que en ella se encuentra (baterías, motores, pintura, materiales diversos, hidrocarburos, etc.)
- Las descargas de las refinerías. Por ejemplo, en el mar Mediterráneo se vierten unas 20.000 toneladas de crudos y productos refinados de petróleo al año a causa de las tareas rutinarias de descarga de las estaciones de refinería.
- Los sondeos y prospecciones en el lecho marino para la extracción de hidrocarburos, utilizan, para la consolidación del medio, materiales y sustancias tóxicas.
- La acuicultura, que genera excesos de materia orgánica y otras sustancias.

Se ha calculado que aproximadamente el 65% de los aportes externos a los ecosistemas marinos son de origen terrestre (WWF/Adena, 2005). Las principales vías son:

- La descarga de residuos sólidos a través de los ríos, es decir, contaminantes orgánicos persistentes (POP) o metales pesados procedentes de efluentes industriales (industria textil, química, electrónica, naval, refinerías, etc.) que alcanzan directa o indirectamente los ecosistemas marinos a través de los ríos (ver capítulo de ecosistemas de Ríos y Riberas).
- Las aguas residuales urbanas, que llegan al mar a través de los ríos o de emisores submarinos. en 2009, un 17% de las aguas residuales no se ajustó a la Directiva 91/271/CEE sobre tratamiento de aguas residuales urbanas (Perfil Ambiental, 2010).
- La filtración de químicos y fertilizantes que provienen de la agricultura, a través de los ríos o de aguas de escorrentía, que generan sobre todo episodios de eutrofización.
- Las desaladoras vierten salmueras y otros productos secundarios, que alteran la dinámica de los ecosistemas marinos de manera local.



Imagen 14.36. La acumulación de residuos de diversa índole merma la calidad de los ecosistemas marinos, sobre todo en el litoral, por lo que es necesario el control de los vertidos que originan estos episodios. Contaminación de origen antropogénico (Manel Royo).

La amenaza más relevante y ampliamente distribuida es la entrada de exceso de materia orgánica y nutrientes al mar por la descarga de ríos y aguas residuales. La eutrofización -contaminación por exceso de materia orgánica- empeora la calidad del agua, causa pérdida de ecosistemas vulnerables, afecta al servicio de abastecimiento de pesca, marisqueo y acuicultura y provoca una disminución de la concentración de oxígeno que puede llegar a causar fenómenos de hipoxia más o menos persistentes, si la renovación de aguas no es suficiente, y hasta anoxia. Algunos ejemplos los podemos encontrar en las siguientes comunidades:

- Para ecosistemas tan vulnerables como las praderas de *Posidonia oceanica*, la anoxia induce a la producción de ácido sulfídrico, que penetra en la planta y reduce su crecimiento y supervivencia (Díaz y Marbà, 2009). Concentraciones de ácido sulfídrico en el sedimento mayores que 10 mM se asocian a mortalidades de haces superiores al 5% anual (Calleja *et al.* 2007).
- La eutrofización induce la aparición de *blooms* algales, lo que puede modificar la composición de la cadena trófica y causar problemas de toxicidad, también para el consumo humano, hecho por el cual se han dado casos de cierre de producciones acuícolas como las bateas.



Entre los principales procesos afectados, cabe destacar los cambios en las redes tróficas, probablemente una de las claves para comprender los impactos en los ecosistemas a medio y largo plazo. La presencia excesiva de metales pesados en la columna de agua se transfiere a través de los diferentes estratos tróficos. La bioacumulación y persistencia inducen la llegada de estos elementos a niveles tróficos superiores -nosotros como últimos consumidores- en concentraciones tóxicas.

Los vertidos de hidrocarburos producen daños ecológicos en los ecosistemas marinos y en las poblaciones pesqueras de consecuencias incalculables a medio y largo plazo. En España se han producido un total de 134 accidentes de buques petroleros registrados en las costas españolas, los más recientes y destacados fueron el Prestige (2002) y el Don Pedro (2007), además de las grandes y constantes cantidades de vertidos en las descargas en refinerías antes comentadas.

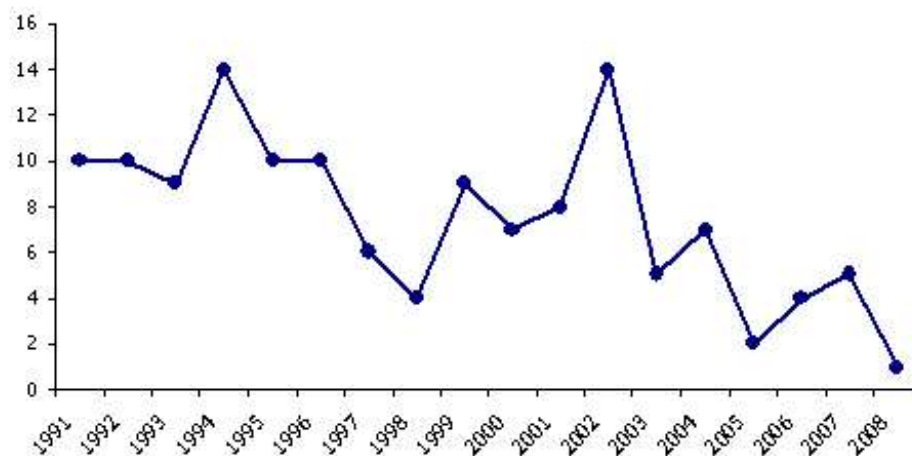


Figura 14.60. Serie histórica de los accidentes de buques petroleros cuyo vertido de hidrocarburos supere las 7 toneladas (Anuario de estadística, 2009). En el periodo 1991-2007 el número de vertidos de petróleo disminuye, aun así, sigue existiendo un vertido de hidrocarburos al mar por limpieza de sentinas y derrames por accidentes. Las comunidades más afectadas por estos acontecimientos han sido Andalucía, Galicia, Canarias y Catalunya.

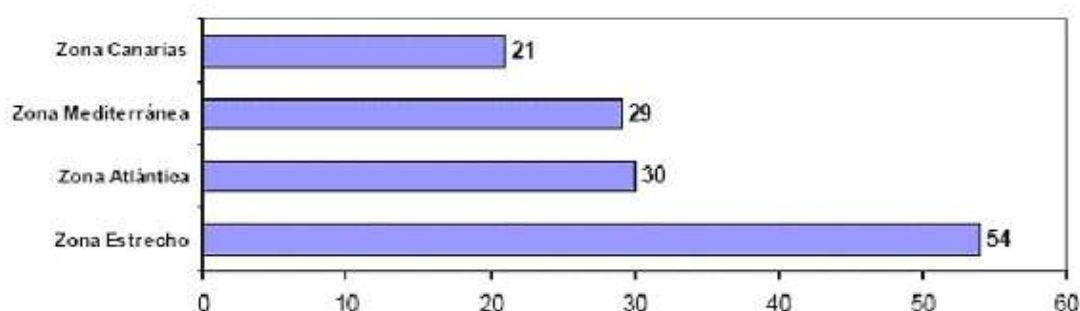


Figura 14.61. Número de accidentes de buques petroleros en las costas españolas por zonas de salvamento marítimo, 1991-2007 (Dirección general de la Marina Mercante, 2008). La región más afectada es el estrecho de Gibraltar, al tratarse de la zona con mayor tráfico marítimo de España.

Los impactos de mayor alcance, debido al comportamiento físico-químico del fuel, se producen sobre las comunidades de especies bentónicas, sobre las comunidades de especies demersales y muy particularmente en las zonas litorales. El nivel de impacto va a depender del tipo geomorfológico de costa, tipo de hábitat y de la movilidad de las especies, por lo que posiblemente los organismos móviles tendrán niveles intermedios, mientras que las especies sésiles y sedentarias sufrirán la mayor afección.

Las mareas negras son impactos puntuales, pero agudos, de contaminación. Los efectos ecológicos de los vertidos de hidrocarburos son muy variables, aún en vertidos similares, y estas variaciones dependen

de la composición química del producto vertido, el tipo de sedimento afectado, la época del año y su relación con los ciclos reproductivos y/o migratorios de las especies afectadas, entre otros.

La contaminación acústica, es decir, el exceso de ruido, procedente de la actividad humana tiene efectos negativos sobre algunas especies marinas. El aumento de tráfico marítimo y el uso de sónares por parte de buques provocan cambios en el comportamiento de algunas especies, incluyendo la desorientación de los cetáceos y su varamiento en las costas o choque con embarcaciones, segregando los grupos y originando dificultades alimenticias.

#### 6.4. Especies invasoras

La entrada de especies invasoras se ha intensificado en las últimas décadas por una gran variedad de causas, de diferente ámbito y alcance, entre las que se encuentran: el aumento del transporte marítimo (aguas de lastre, biocenosis que se establecen en el casco, etc.), el comercio internacional de especies de acuario, las variaciones de temperatura a causa del cambio climático (algunas especies se trasladan 50 km al norte cada año) y la apertura de pasos entre mares/océanos ante no comunicados. Por ejemplo en el Mediterráneo español las aguas de lastre han introducido al menos 17 especies de macroalgas rojas, 4 de las cuales han tenido comportamientos invasivos (*Asparagopsis armata*, *A. taxiformis*, *Lophocladia lallemandii* y *Womersleyella setacea*) (Ballesteros, 2008).

La proliferación de especies invasoras se ha convertido en una de las causas más importantes de degradación de ecosistemas. Es la segunda causa mundial de destrucción de la biodiversidad, según la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza; la cuarta para WWF-España/Adena, que a su vez afirma que las especies invasoras causan de manera directa el 39 por ciento de las extinciones conocidas.

Algunas hipótesis proponen que la degradación de los ecosistemas como consecuencia de las actividades humanas puede aumentar su susceptibilidad a la invasión. El éxito de una especie invasora dependerá de su capacidad para escapar al control ejercido por otras especies competidoras o predadoras existentes. En cualquier caso, la invasión de una especie tiene un gran potencial para cambiar las interacciones directas e indirectas entre las especies del ecosistema invadido y, por tanto, afectar su biodiversidad y su funcionamiento. Aún así, se debe partir de la idea de que ningún ecosistema es completamente resistente a la invasión por nuevas especies.

La invasión de un ecosistema por una nueva especie es un proceso abierto, sin un resultado final definido previamente, e inestable tanto en el espacio como en el tiempo porque los propios agentes del proceso (la especie invasora y las especies nativas) pueden modificar la forma en la que interactúan a lo largo del mismo. Por estas razones el análisis de las invasiones biológicas requiere estudios a largo plazo (al menos varias décadas) que permitan evaluar correctamente tanto la evolución del ecosistema invadido, como las consecuencias para la biodiversidad y los servicios que generan.

Aproximadamente un 3% de las especies que pueden llegar de fuera a un ecosistema acaban estableciéndose en el mismo. En ese caso, es probable que estas especies recién instaladas acaben comportándose como invasoras. Aunque en muchos casos la introducción de especies alóctonas no acaba generando problemas para los ecosistemas marinos, existen estudios que prueban la expansión en cobertura de poblaciones de especies alóctonas –la mayoría algas-. Estas plantas y animales no invitados pueden:

1. Competir con las especies nativas por espacio, alimento y otros servicios (generalmente las especies más afectadas son las nativas de crecimiento lento).
2. Estresar a la economía (p.ej. las pesquerías).
3. Contribuir a problemas de salud pública.
4. Impactar sobre el disfrute recreativo al alterar el ambiente.

Algunas especies invasoras son susceptibles de causar mayores perturbaciones a los ecosistemas nativos, especialmente cuando éstas afectan a ecosistemas que dan estructura, como por ejemplo los arrecifes de coral, las praderas de angiospermas marinas, las macroalgas, etc. En España, el taxón que mayor pérdida de ecosistemas ha causado son las macroalgas (Ballesteros, 2008).



Imagen 14.37. Uno de los factores de cambio en los ecosistemas marinos que concierne mayor preocupación en las últimas décadas es el establecimiento de especies potencialmente invasoras, cuya expansión pone en peligro el equilibrio de las comunidades autóctonas. *Caulerpa racemosa* en el litoral de Baleares (Laura Royo).

El calentamiento global puede ser un factor que actúe en sinergia con las especies invasoras para alterar los ecosistemas marinos.

### 6.5. Sobreexplotación

La forma más extendida de sobreexplotación en el mar es la sobrepesca, entendida como la superación de la cantidad límite de individuos que se pueden extraer de la población, para que compense la cantidad media de individuos de esa especie que entra para sustituirlos de forma natural (Gulland, 1983). Por sobreexplotación, pues, nos referimos a utilizar los servicios por encima de su capacidad natural para recuperarse. Esta explotación intensiva de las comunidades de organismos marinos conduce a la reducción sustancial de la abundancia de las especies, a cambios en la composición de especies, estructura de la comunidad y a la diversidad genética de la población. Las grandes especies, o las de un crecimiento lento, o de madurez tardía, disminuyen en abundancia más velozmente que las especies más pequeñas, o de rápido crecimiento y como grandes especies, típicamente se alimentan de niveles tróficos elevados, por lo que se espera que la sobrepesca reduzca el nivel trófico medio de las comunidades de peces explotadas (Pauly *et al.* 2001).

La captura intensiva dirigida a individuos de mayor talla causa cambios en la estructura de la población y pérdida de la adaptabilidad genética de la misma, ya que aumenta la presión de pesca sobre individuos que han evolucionado favorablemente en el ambiente y tienen mayores tasas de éxito reproductivo (Law, 2007).

La sobrepesca de niveles tróficos más elevados origina una reducción progresiva de la longitud, longevidad y número de individuos de las poblaciones de especies depredadoras, generalmente de mayor valor comercial. Al mismo tiempo, se favorece la proliferación de especies de pequeño tamaño, efímeras, pelágicas y profundas de poco valor comercial. La ausencia de depredadores como el atún (sobreexplotado) o las tortugas (pescadas accidentalmente o con problemas por contaminación), es una de las hipótesis que explica el aumento en el número de medusas en los últimos años.

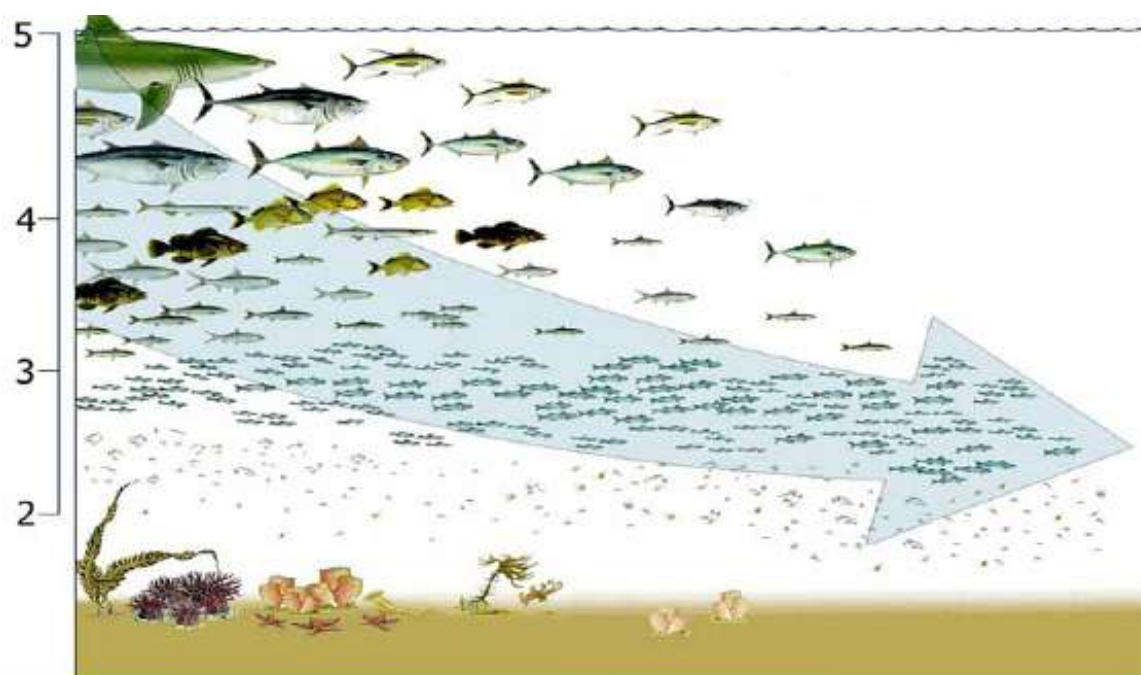


Figura 14.62. Diagrama de la alteración de las comunidades objeto de pesca (Olaso, 2009).

El tipo de técnica de pesca utilizada también puede influir sobre otros elementos de los ecosistemas marinos aparte de las poblaciones objeto. La pesca de arrastre y las dragas ponen en grave peligro las comunidades del bentos y los hábitats existentes, incluidas las comunidades de coralígeno de aguas profundas, a causa de los impactos físicos de las artes de pesca sobre el fondo marino, además de generar mayor número de descartes.

Otra problemática relacionada con la sobreexplotación son los descartes (todos aquellos organismos que son capturados por un arte de pesca, izados a bordo de un buque pesquero y devueltos a la mar), que suponen un 23% de las capturas medias mundiales (Libro blanco de la pesca, 2009). Las causas de los descartes son: los imperativos legales (por ser juveniles de talla inferior a la reglamentaria, por haber superado la cuota de captura de esa especie, etc.) y la voluntad de aprovechar mejor la capacidad de bodega, llenándola con especies más valor comercial y no de las que carecen de valor económico. Las artes que mayores descartes generan son la pesca de arrastre, seguidas de las artes pasivas, palangre y cerco. La mayoría de las especies descartadas no sobreviven, por lo que se pierde biomasa de reproductores, que puede llegar a afectar a la reposición de la población. Al no disponer datos precisos sobre el volumen de los descartes, no es posible determinar los índices de mortalidad por pesca. Este hecho genera una gran incertidumbre en los planes de gestión de las especies. Otro impacto, no evaluado profundamente, es la devolución de biomasa al ecosistema que puede beneficiar a especies detritívoras y carroñeras, aumenta la materia orgánica en la columna de agua, puede servir como alimento para las aves marinas, etc.

Otra consecuencia importante del mantenimiento del círculo vicioso de la sobreexplotación y sobrecapacidad es el mantenimiento de subvenciones de pesca a corto plazo a expensas de la sostenibilidad de la industria, sin alternativas a largo plazo ante una industria con problemas. Esta situación ha llegado a un mantenimiento artificial del exceso de la capacidad de pesca. De esta manera los consumidores de pescado pagan triple: en la pescadería, con sus impuestos y con el deterioro del ecosistema (Greenpaper, 2009).

La acuicultura se había llegado a elevar como la solución al problema de la sobrepesca, pero ha resultado ser otro factor más que se suma al problema. La acuicultura responde a un aumento de la demanda de los productos de abastecimiento por el crecimiento de la población y se ha desarrollado en las últimas décadas como estrategia para restar la presión a las pesquerías en crisis. Pero ahora es bien sabido que su actividad no implica de manera automática un descenso de las capturas de especies silvestres, ya que



la intensificación de la acuicultura implica el incremento de la demanda de piensos para peces, que afecta a las poblaciones silvestres. Se ha evaluado que se necesitan entre 4-5 kg de peces silvestres para criar 1 kg de salmón (Oceana, web) en piscifactoría y aproximadamente 20 kg por cada kilo de atún engordado en jaulas (Sergi Tudela, WWF, web).



Imagen 14.38. La sobrepesca supone la amenaza más importante para las poblaciones comerciales, por lo que también supone un factor de desequilibrio importante para los ecosistemas marinos. Captura con arte de cerco (Noelia Cuervo).

## 6.6. Cambios en los ciclos biogeoquímicos

La modificación de al menos alguna de las partes de los procesos biogeoquímicos ha tenido implicaciones profundas en la calidad de los ecosistemas marinos. La desembocadura de ríos al mar, el vertido de aguas residuales urbanas e industriales, el lixiviado de aguas de agricultura, etc. aportan una gran cantidad de sustancias químicas orgánicas e inorgánicas que se incorporan a los ciclos biogeoquímicos locales y globales.

Los fenómenos de hipoxia también provocan cambios en los ciclos biogeoquímicos: cuando la concentración de oxígeno en los sedimentos y del agua adyacente es baja, el fósforo -unido al hierro- en los sedimentos es liberado como fósforo inorgánico disuelto. También tiene influencia en la tasa de desnitrificación y de la de oxidación del amonio. La tasa de desnitrificación depende de varios factores, pero el más importante es la disponibilidad de los productos iniciales, en este caso el nitrato. Como los sedimentos se vuelven más reductores, más nitrógeno es removilizado como amonio y menos como nitrato, alterando el ciclo biogeoquímico y por tanto la fertilidad del medio.



El caso de la hipoxia y la anoxia, impacto causado por la confluencia de varios impulsores:

Actualmente, la hipoxia y la anoxia son de las influencias deletéreas de origen antropogénico más extendidas en los ecosistemas marinos y se consideran al mismo nivel que la sobrepesca, la pérdida de hábitat y los blooms de algas nocivas en lo que respecta a los principales problemas medioambientales globales.

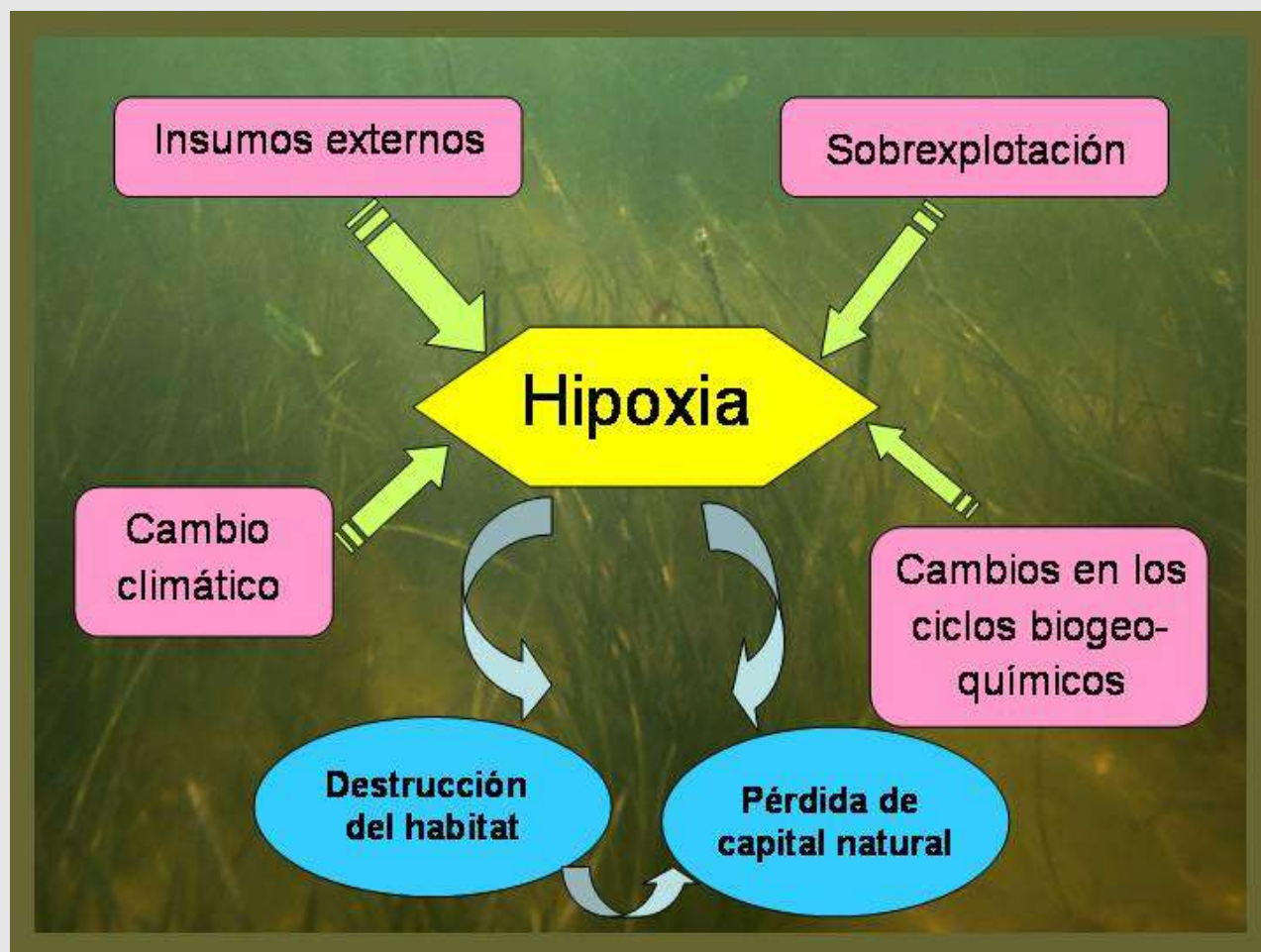


Figura 14.63. Los procesos de hipoxia no natural vienen condicionados por la eutrofización, causada por la entrada masiva de nutrientes procedentes de ríos, la escorrentía de aguas de agricultura, las aguas residuales urbanas e industriales y la deposición atmosférica. Esta entrada de nutrientes favorece la producción de fitoplancton y como consecuencia de su descomposición, una disminución del oxígeno disuelto en la capa de agua inmediatamente superior del sedimento. La falta de oxígeno ocurre en diferentes fases; la hipoxia más severa ocurre cuando aparece el  $H_2S$ , que mata toda la vida de la zona afectada. La sobrepesca también condiciona el desarrollo de eventos hipóxicos, ya que al pescar se sustraen organismos consumidores de fitoplancton y la cantidad de algas que sedimentan es mayor, dando lugar a hipoxias más permanentes. Esta sinergia se hace aún más patente en las zonas de afloramiento, donde hay mucha producción primaria. Algunos de los problemas causados por los fenómenos de hipoxia pueden ser el incremento de blooms algales, las aguas anóxicas, la destrucción de los hábitats o la reducción de la fecundidad; todo ello puede contribuir a la pérdida de poblaciones comerciales.

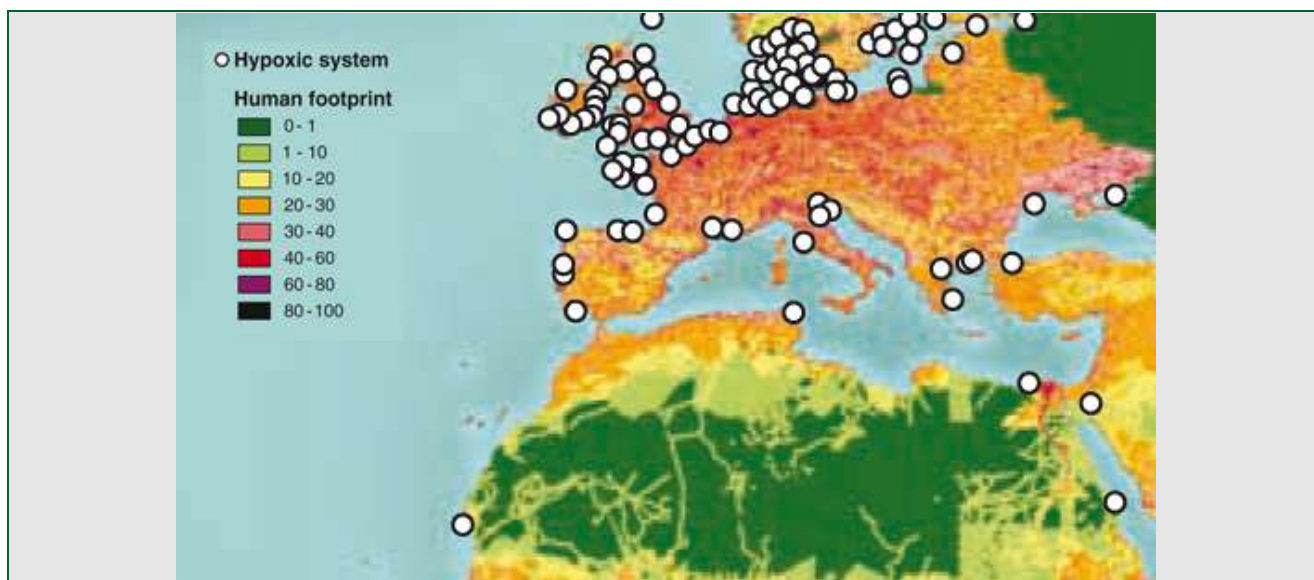


Figura 14.64. Mapa de las “zonas muertas” estudiadas y la huella humana en el Norte de África y Sur de Europa (Díaz y Rosenberg, 2008).

La interacción entre el cambio climático y los ciclos biogeoquímicos es aun incierta, aún así se pueden predecir una serie de impactos para la concentración de  $O_2$  y por lo tanto para los episodios de hipoxia:

- El aumento de la temperatura hará disminuir la solubilidad del  $O_2$  a causa de la estratificación de la columna de agua, actuando como barrera física para el intercambio de gases entre las zonas con baja concentración de oxígeno y la superficie.
- El aumento del nivel del mar conlleva una pérdida de ecosistemas litorales como los humedales que contribuyen a la buena calidad de las aguas, reteniendo sedimento y materia orgánica. La pérdida de estos hábitats contribuirá a la eutrofización.
- Los cambios en el régimen de lluvias pueden conducir a un mayor aporte de los ríos, aumentando la cantidad de nutrientes entrantes en el medio.
- El aumento de la temperatura puede aumentar la tasa metabólica. Se espera que aumenten los procesos de respiración frente a la producción; ello conduciría a una disminución de la concentración de oxígeno (Conley *et al.*, 2009).

### Las Medusas: ejemplo de desajuste ecológico con consecuencias negativas para el bienestar humano

Las proliferaciones de medusas, tanto en mar abierto como en el litoral y, sobre todo en la época estival, son fenómenos naturales, si bien en los últimos años las costas españolas parecen haberse visto afectadas por su proliferación, generalmente en la época estival, lo cual ha propiciado una cierta alarma social. Cuando se detectan estos enjambres, las zonas previsiblemente afectadas son cerradas al baño para impedir picaduras. Estos episodios, pueden tener una mayor repercusión por el eco informativo en los medios de comunicación, con el consiguiente efecto negativo para las economías turísticas locales. Por otro lado, es importante destacar el daño que representan para la explotación de los servicios de abastecimiento pesqueros por competencia con las especies recurso, depredación de sus alevines o interferencias con la utilización de artes de pesca.



Imagen 14.39. Los desequilibrios antropogénicos sobre los ecosistemas marinos pueden tener consecuencias negativas sobre el bienestar humano, como por ejemplo las proliferaciones de medusas en el litoral. *Cotylorhiza tuberculata* solitaria (Laura Royo).

Las causas del incremento de las proliferaciones de medusas que llegan al litoral es aún una incógnita, pero se barajan 3 hipótesis que probablemente actúen en conjunto, siempre ligadas al desequilibrio de los ecosistemas marinos:

- La disminución de sus depredadores naturales como son el atún y las tortugas marinas por sobrepesca y *by catch*, respectivamente.
- El aumento de la contaminación, favorece la proliferación de especies de tipo oportunista como son las medusas.
- La disminución del agua dulce descargada por los ríos que actúa como barrera natural a la entrada de medusas desde el mar adentro.
- La contaminación por hidrocarburos, hace que se inicien procesos de degradación por bacterias, que a su vez, sirven de alimento a copépodos, que constituyen uno de los principales alimentos de las medusas.



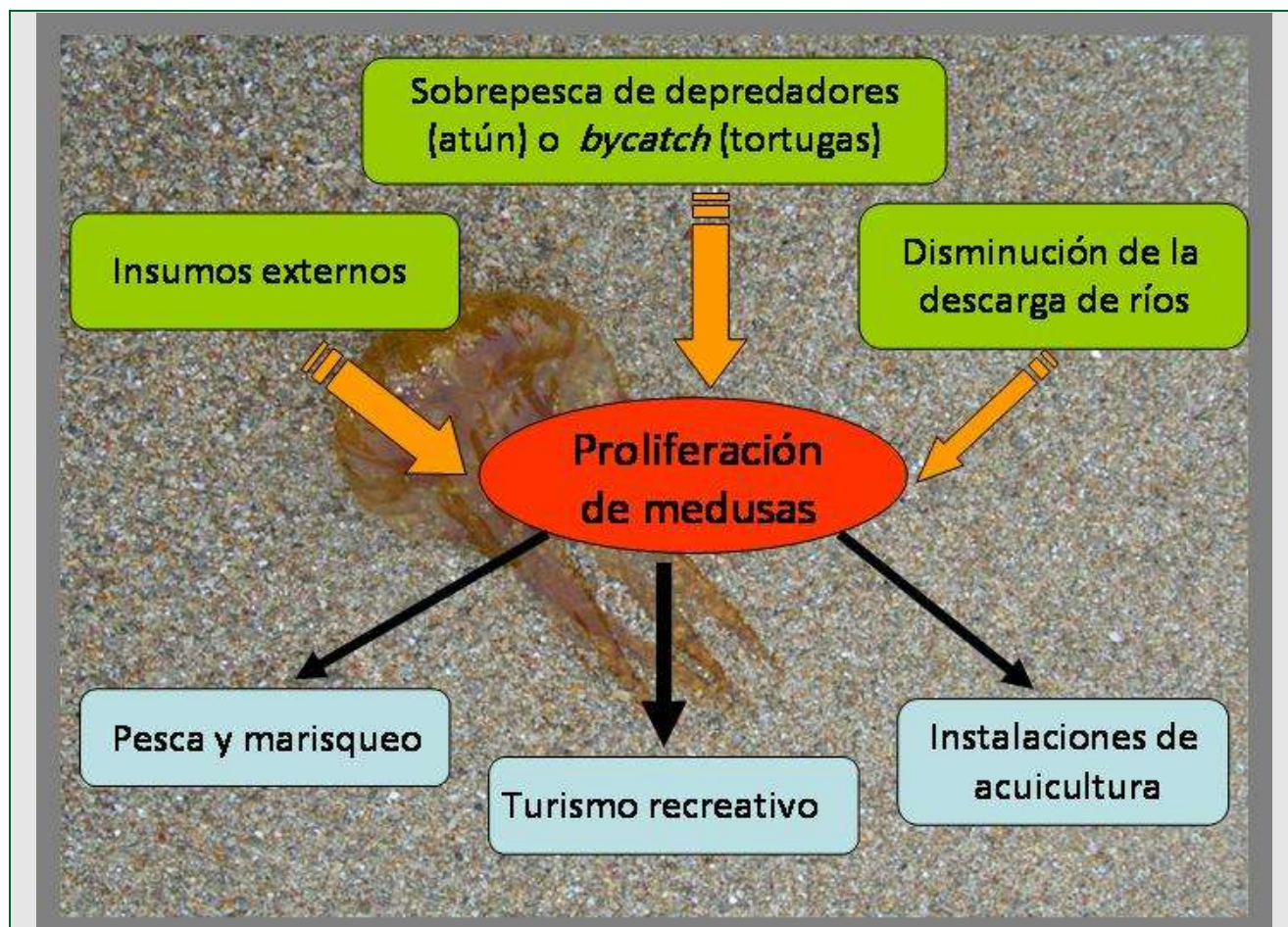


Figura 14.65. Diagrama de las posibles causas del aumento de agregados de medusas y sus impactos en los diferentes servicios

Además, estas proliferaciones están ligadas a altas concentraciones de plancton, que alcanza su máximo anual en verano, pero también a las corrientes marinas o a las temperaturas. Como resultado, pueden encontrarse altas concentraciones de medusas cerca del litoral o de las zonas de baño. Así, se han observado en el litoral mediterráneo, especies como *Rhizostoma pulmo*, *Cotylorhiza tuberculata*, y *Pelagia noctiluca*. Otras han sido observadas predominantemente en aguas cantábricas, como *Velella velella* y *Chrysaora hysoscella*. La especie *Physalia physalis*, propia de aguas tropicales, ha sido observada en las Islas Canarias y aguas del Estrecho, así como en la zona de Cantabria y País Vasco (Perfil Ambiental, 2009).

## 7. Análisis de compromisos (*trade-offs*) y sinergias

Como hemos visto a lo largo de este trabajo, el uso de los servicios de los ecosistemas marinos, sobre todo si es intensivo y continuado en el tiempo, es un arma de doble filo, ya que por un lado nos aporta toda una serie de beneficios, sin muchos de los cuales la vida como la entendemos ahora no sería posible o sería mucho más dura y, por otro lado, trae consigo una serie de consecuencias negativas o incluso desastrosas, que influyen sobre el mismo servicio o sobre otros, pero que en definitiva pone en peligro la persistencia de estos y, por tanto, de sus beneficios. La razón por la que esto ocurre es la interdependencia entre los servicios, ya que su funcionalidad no depende de factores exclusivos sino que estos son compartidos en mayor o menor grado por todos ellos.

Consecuentemente, es preciso establecer con la mayor claridad posible cuáles son las sinergias, tanto las positivas como las negativas, para poder ser tenidas en cuenta a la hora de planificar acciones de respuesta que nos encaminen a una gestión realmente sostenible de las actividades humanas sobre nuestros ecosistemas y procesos que en ellos se dan, es decir, que el uso de un servicio no comprometa la continuidad del mismo ni de ningún otro en favor del bienestar humano. A continuación ilustraremos este hecho con algunos ejemplos a considerar, resumidos en la tabla 14.25. Posteriormente se desarrollan algunos *trade-offs* que se han considerado especialmente importantes.

Tabla 14.25. Conflictos entre servicios que requieren soluciones de compromiso.

DECISIÓN	OBJETIVO	GANADOR/ES	ECOSERVICIO QUE DECECE	PERDEDORES
Mantener niveles de explotación de <i>stocks</i> fuera de los límites biológicos seguros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el nivel de abastecimiento de alimentación actual</li> <li>- Mantener los beneficios comerciales</li> <li>- Mantener los puestos de trabajo</li> </ul>	A corto plazo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pescadores,</li> <li>- Industria transformadora del pescado</li> <li>- Consumidores de alimentos marinos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de alimentación</li> <li>- Servicio de regulación (control biológico)</li> <li>- Servicios culturales (identidad cultural y sentido de pertenencia; conocimiento tradicional)</li> <li>- Biodiversidad</li> </ul>	A largo plazo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sector extractivo profesional</li> <li>- Consumidores de alimentos marinos</li> <li>- Industria transformadora del pescado</li> </ul>
Industrialización de la flota pesquera española	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incrementar el servicio de alimentación</li> <li>- Incrementar beneficios comerciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sector extractivo profesional a gran escala</li> <li>- Consumidores de productos de la pesca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicios culturales (identidad cultural y sentido de pertenencia, conocimiento ecológico local)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sector de pesca artesanal</li> <li>- Pérdida de las comunidades litorales tradicionalmente ligadas al mar</li> </ul>
Fomentar la pesca recreativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incrementar servicios del turismo y la industria asociada</li> <li>- Satisfacer a un turismo muy concreto, el de pesca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresarios turísticos y de empresas náuticas</li> <li>- Sector turístico local</li> <li>- Industria naval</li> <li>- Empresas ligadas a la construcción de puertos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de abastecimiento: alimentación</li> <li>- Servicios de regulación (control biológico)</li> <li>- Biodiversidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sector extractivo profesional</li> <li>- Consumidores de alimentos marinos</li> </ul>
Mantener y fomentar la acuicultura intensiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incrementar el servicio alimentación</li> <li>- Incrementar beneficios comerciales</li> <li>- Incrementar los puestos de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Industria acuícola</li> <li>- Industria transformadora del pescado</li> <li>- Consumidores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de abastecimiento de alimento (pesca)</li> <li>- Servicio de regulación (calidad del agua, morfosedimentaria, control biológico, fertilidad del medio)</li> <li>- Servicio cultural (paisaje-disfrute estético)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sector extractivo profesional y artesanal</li> <li>- Población afectada por la pérdida de servicios de regulación</li> <li>- Sector turístico litoral</li> </ul>
Incrementar el uso de desaladoras y mantener políticas laxas de consumo de	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento del servicio agua dulce</li> <li>- Favorecer el crecimiento urbanístico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresas del sector de la desalación</li> <li>- Población a la que llegue el suministro de agua dulce desalada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de regulación (morfosedimentaria, regulación de la calidad del agua, control de perturbaciones naturales)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poblaciones litorales</li> <li>- Sector turístico litoral</li> <li>- Consumidores pagan más por el agua desalada (mayor gasto energético)</li> </ul>



DECISIÓN	OBJETIVO	GANADOR/ES	ECOSERVICIO QUE DECRECE	PERDEDORES
agua				
Desarrollo de la agricultura intensiva, especialmente en el litoral	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incrementar el servicio de alimentación</li> <li>- Incrementar beneficios comerciales</li> <li>- Incrementar los puestos de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sector agrícola</li> <li>- Consumidores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de abastecimiento (agua dulce terrestre)</li> <li>- Servicio de regulación (hídrica, control de perturbaciones naturales)</li> <li>- Servicios culturales (conocimiento tradicional, paisaje-disfrute estético)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Población local afectada por la pérdida de servicios de regulación y culturales.</li> <li>- Sector turístico litoral</li> </ul>
Dragados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar los servicios portuarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresa constructora</li> <li>- Autoridades marítimas</li> <li>- Usuarios del puerto</li> <li>- Sector turístico local</li> <li>- Transporte marítimo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de abastecimiento (pesca)</li> <li>- Servicio de regulación (morfosedimentaria, de la calidad del agua)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sector pesquero</li> <li>- Población local afectada por la pérdida de servicios de regulación</li> <li>- Sector turístico local</li> </ul>
Extracciones de arenas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regeneración de playas</li> <li>- Mantener el turismo de playa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sector turístico litoral</li> <li>- Empresa constructora</li> <li>- Usuarios de playas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de abastecimiento (pesca)</li> <li>- Servicios de regulación (morfosedimentaria, control de perturbaciones naturales)</li> <li>- Biodiversidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sector pesquero</li> <li>- Población local afectada por la pérdida de servicios de regulación</li> <li>- Recursos económicos públicos</li> </ul>
Instalación de molinos <i>offshore</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar la potencia energética</li> <li>- Incrementar beneficios comerciales</li> <li>- Crear nuevos puestos de trabajo</li> <li>- Disminuir el uso de energías no renovables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresas energéticas</li> <li>- Población en general (por la reducción de quema de combustibles fósiles)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicios de regulación (paisaje-disfrute espiritual)</li> <li>- Biodiversidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aves marinas y peces migratorios</li> <li>- Sector turístico litoral</li> </ul>
Fomentar el transporte marítimo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incrementar beneficios comerciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresas del transporte naval</li> <li>- Sociedad en general (por ser un transporte de bajo consumo energético)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de regulación (calidad del agua, control biológico, climática)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesquerías (contaminación acústica afecta especies migratorias)</li> <li>- Consumidores (a causa de contaminantes en el alimento)</li> </ul>
Construcción de nuevos puertos deportivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potenciar el turismo náutico</li> <li>- Incrementar beneficios comerciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresas del sector turístico y náutico</li> <li>- Economía turística local</li> <li>- Turismo de navegación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de regulación morfosedimentaria</li> <li>- Servicios cultural (paisaje-disfrute estético)</li> <li>- Biodiversidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Población local afectada y visitantes</li> </ul>
Potenciar el desarrollo urbanístico en el litoral	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incrementar beneficios comerciales</li> <li>- Incrementar los puestos de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresas del sector turístico</li> <li>- Población local</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de abastecimiento (pesca)</li> <li>- Servicio de regulación (morfosedimentaria, calidad del agua)</li> <li>- Servicios culturales (paisaje-servicio estético, identidad cultural y sentido de pertenencia)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comunidades locales, pesquerías locales,</li> <li>- Comunidades litorales afectadas por los vertidos de salmuera</li> </ul>
Industrialización de la flota pesquera española	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incrementar la capacidad de abastecimiento</li> <li>- Incrementar beneficios comerciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sector extractivo profesional a gran escala</li> <li>- Consumidores de productos de la pesca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicios culturales (identidad cultural y sentido de pertenencia, conocimiento ecológico local)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sector de pesca artesanal</li> <li>- Pérdida de las comunidades litorales tradicionalmente ligadas al mar</li> </ul>

### Impactos de la acuicultura que comprometen a otros servicios

La explotación de los ecosistemas marinos a través de las granjas de cría acuícola generan una serie de impactos, entre los cuales están: el exceso de alimento no ingerido que se deriva en un aumento de la materia orgánica, de sólidos en suspensión, de nutrientes y de amoníaco (causando eutrofización y enriquecimiento localizado de los sedimentos); la explotación de especies silvestres para el consumo de la producción acuícola (se evalúa en 4 kg de peces silvestres la cantidad necesaria para criar 1 kg de salmón en piscifactoría); el vertido de antibióticos y de productos químicos (*antifouling*, etc); la interacción de las especies cultivadas con las silvestres; la utilización de especies exóticas para el cultivo, la potencial transferencia de patógenos de las poblaciones cultivadas a las silvestres, etc.

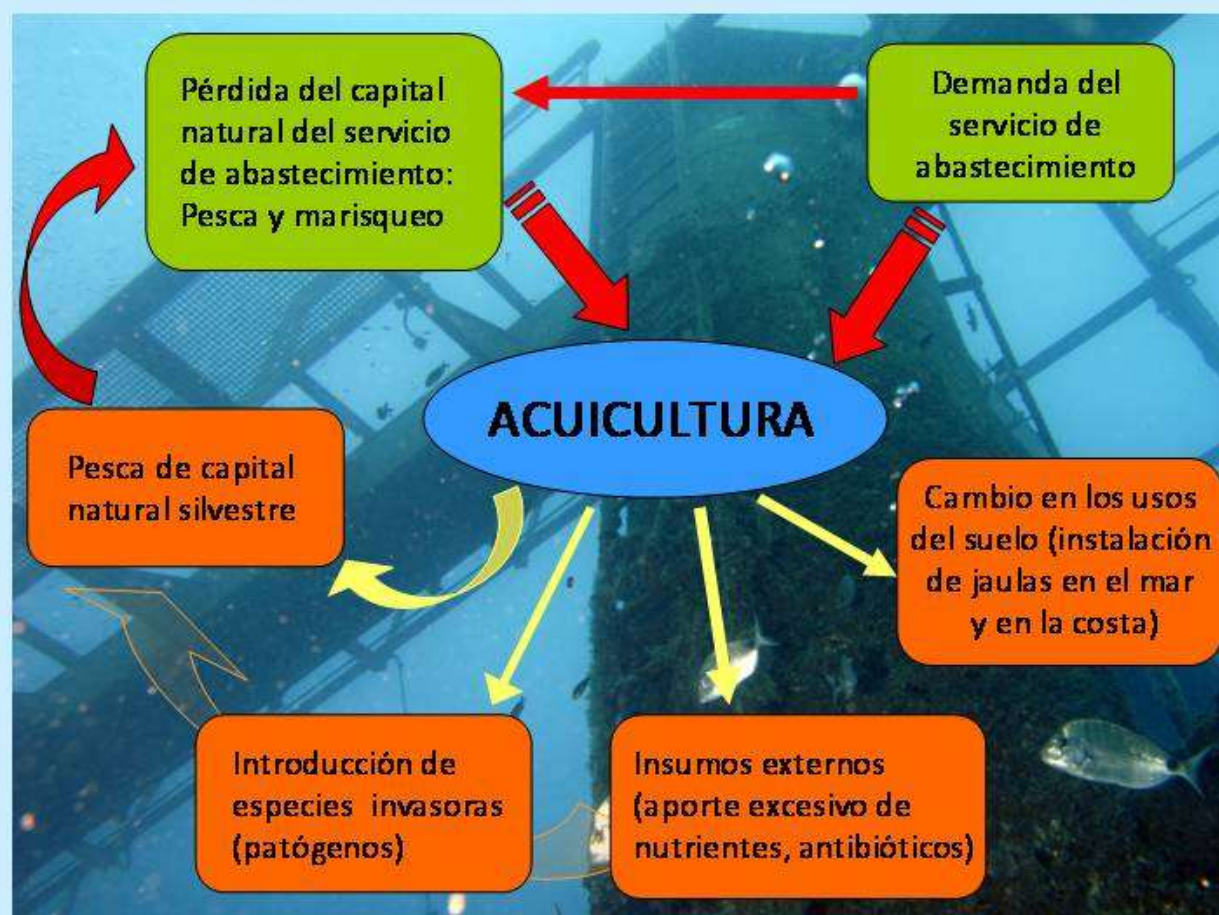


Figura 14.66. Esquema de los impactos de la acuicultura.

## 8. Respuestas e intervenciones de gestión

El enfoque esencial para garantizar el buen estado de los servicios de los ecosistemas marinos es el del mantenimiento de los procesos socio-ecológicos que en su seno se dan lugar, a través de estrategias de sostenibilidad. Hoy en día estamos inmersos en una revolución de conceptos, paradigmas y enfoques relativos a cómo gestionamos la naturaleza, los cuales ya no deberían basarse en dejar en herencia a las generaciones futuras un planeta tal y como lo hemos vivido nosotros, si no en mantener la integridad funcional y los servicios de los ecosistemas propios de un futuro sostenible.

Es necesaria una visión de conjunto para gestionar de manera sostenible los ecosistemas marinos, con el enfoque de la aproximación de ecosistemas como base para su correcto desarrollo y como garantía de su éxito. Los ecosistemas marinos se pueden percibir como sistemas formado por diversos elementos básicos interconectados: el capital natural (tanto terrestre, de agua dulce, estuárico, litoral, como marino), los sectores extractores o utilitarios de los servicios (como la industria pesquera, el turismo, el transporte marítimo, la producción de energía, etc.) y los diferentes actores sociales (consumidores, asociaciones de pescadores, asociaciones empresariales, grupos ecologistas, etc.). Una aproximación sistémica es, por lo tanto, necesaria para conocer las conexiones existentes dentro de y entre estos elementos del ambiente marino, y para dar apoyo al nivel político en la toma de decisiones (Atkins *et al*, 2010). Las características de los ecosistemas marinos, la necesidad de un tratamiento integral y la gran cantidad de factores naturales u originados por el ser humano que intervienen en éstos, obligan a considerarlos de forma unificada para que las medidas que se tomen tengan efectos reales.

Los numerosos impactos que el mar sufre a causa de actividades humanas, intensificados en las últimas décadas, han motivado un aumento en la conciencia de la necesidad de respuestas para mitigar los efectos negativos derivados. Esta preocupación por la conservación de los mares consta en las agendas políticas internacionales. Con el fin de preservar los servicios de los ecosistemas marinos, la Comisión Europea tiene previsto establecer una Política Marítima Integrada, horizontal e intersectorial, que cubra todos los aspectos de nuestra relación con los mares y océanos. Por ello, hoy día, los principales retos en este sentido se afrontan a través del Plan de Acción para una Política Marítima Integrada y las disposiciones legislativas europeas relacionadas con la protección de las aguas marinas, costeras y de transición. La Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) y la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (2008/56/CE) configuran el marco normativo para lograr el buen estado medioambiental de los ecosistemas marinos.

Una iniciativa de gestión ya extendida en otros países y en desarrollo en España es la Gestión Integrada de Áreas Litorales, en la que se interpreta el sistema litoral como un todo, como un espacio geográfico compuesto de varios ecosistemas, con estrecha relación con las cuencas hidrográficas y las áreas marinas. Este tipo de políticas integradoras, facilitaría la conservación de los ecosistemas litorales y marinos de un modo efectivo y duradero al asentarse sobre los 3 pilares: política, coordinación-cooperación y participación (ver capítulo de los ecosistemas litorales).

La situación de la conservación marina en España puede mejorar notablemente con la aplicación de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina, dirigida a la gestión sostenible de los espacios marítimos y que obliga a desarrollar esta Directiva mediante su transposición a la legislación estatal. El resultado de las políticas a nivel comunitario se refleja a escala estatal en el nuevo impulso a la gestión sostenible a través de programas relacionados con la protección del litoral y gestión del dominio público marítimo-terrestre, que refuerzan las medidas para la conservación de especies y espacios marinos. Este hecho se constata en la trasposición a la normativa española de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina, la ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino; dicha Directiva establece que los Estados miembros deben adoptar las medidas necesarias para lograr o mantener un buen estado medioambiental de los ecosistemas marinos a más tardar en el año 2020, y para esto, cada Estado miembro debe elaborar una estrategia marina para cada región, subregión o subdivisión marina establecidas teniendo en cuenta las especificidades del mar.

Con la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino se establece por primera vez un marco jurídico para lograr un buen estado de los ecosistemas marinos y su protección y preservación, así como la recuperación de los mismos y la prevención y eliminación de la contaminación en el contexto de una política marítima integrada. Los elementos clave que conforman esta son tres: las Estrategias Marinas como instrumento de planificación; la creación de la Red de Áreas Marinas Protegidas y la incorporación de criterios ambientales en los usos de los ecosistemas marinos. Pese a que ha supuesto un avance muy importante en la protección de éstos, esta Ley tiene una serie de debilidades que requieren de mejoras para avanzar en el camino de su aplicación, ya que peca de ser demasiado general (reproduciendo en exceso el texto de la propia Directiva), no contempla adecuadamente la integración de los avances en el conocimiento que se vayan produciendo y es poco definida a la hora de establecer la infracciones y sanciones, como puntos destacables entre otros.

Los factores que inciden negativamente sobre la biota marina continúan actuando; la desaparición de especies se sigue produciendo, incluso antes de que lleguen a conocerse, y la destrucción o degradación de ecosistemas por causas directas o indirectas no corrige su tendencia. Por tanto, la reducción de aquellos factores o acciones que merman la salud de nuestros océanos es tan necesaria como el conocimiento científico de los ecosistemas marinos. El carácter de estas amenazas viene condicionado por factores muy diversos que conllevan, en algunas ocasiones, el cambio en nuestros hábitos y, en otros, la corrección o mejora de tecnologías ya disponibles.

La existencia de dinámicas no-lineales tiene implicaciones importantes en la gestión de los ecosistemas marinos, ya que define un nuevo contexto en el que pensar la conservación de éstos, apunta la necesidad de investigación, requiere de una gestión adaptativa y exige destreza para moverse en la incertidumbre que plantea. Hay una asunción implícita en el mundo científico que consiste en considerar que los ecosistemas que sufren los impactos de presiones de origen antropogénico pueden ser reconducidos a su estado original si se suprimen las presiones. Pero resulta que esto no ocurre en muchos casos, ya que el sistema no consigue volver a su condición original sino que se establece en otra condición nueva. Las razones de este comportamiento no-lineal pueden tener relación con la existencia de otros muchos factores que influyen en el estado del ecosistema, algunos de los cuales se han intensificado en las últimas décadas, cambiando así las reglas del juego de manera que imposibilitan la recuperación absoluta del ecosistema (por ejemplo en el caso de la hipoxia (Duarte *et al.*, 2009) y de la sobrepesca).

Es necesario el establecimiento de un seguimiento del estado y presiones de los ecosistemas marinos a través de indicadores socioambientales. Un adecuado seguimiento del estado medioambiental se establece a través de una batería de indicadores específicos, orientados al carácter dinámico del mar y sus poblaciones, correctamente gestionados y coordinados, que reflejan las actividades que albergan. Con estas herramientas se contribuirá a conseguir los objetivos establecidos por las Directivas relacionadas con la conservación de la naturaleza y el mantenimiento del buen estado de las aguas marinas y sus ecosistemas. La Directiva Marco del Agua responde a esta necesidad ya que para identificar el estado de las masas de agua costeras plantea un seguimiento a través de factores físicos-químicos y bioindicadores (p.ej. en la demarcación hidrográfica de las Illes Balears, los bioindicadores son las macroalgas y los macroinvertebrados bentónicos, las comunidades fitoplanctónicas y las praderas de *Posidonia oceanica*). Del análisis de estos indicadores se clasifican las masas de agua costeras según su estado medioambiental en: muy buen estado, buen estado, aceptable, deficiente y mal estado. El objetivo de la Directiva es lograr un buen potencial ecológico y un buen estado químico de las aguas superficiales a más tardar, quince años después de la entrada en vigor de la presente (año 2000). Para ello, el Estado miembro deberá tomar las medidas necesarias para que las aguas que estén por debajo de la categoría de “buen estado” mejoren su calidad. La Directiva Marco de Agua para las aguas costeras se está implementando en todas la CCAA españolas, pero aun no ha llegado el momento de aplicación firme de la normativa.

Las normativas pesqueras europeas deben basarse claramente en principios ecológicos y económicos racionales para mejorar su resiliencia económica y así adaptarse a los cambios ambientales y del mercado. Los principales problemas de la gestión pesquera son: el mantenimiento del exceso de flota, las medidas de conservación imprecisas, la tendencia al foco a corto plazo, un sistema que no responsabiliza



a la industria, cumplimiento bajo de las leyes por parte de la industria y la laxitud de la política para hacer cumplir la ley.

La ley para la regulación de pesca marítima española tiene como objetivo velar por la explotación equilibrada y responsable de los servicios de abastecimiento pesqueros, favoreciendo su desarrollo sostenible y adoptando las medidas precisas para proteger, conservar y regenerar dicho servicio del ecosistema marino. Algunas de las medidas tomadas son:

- Control de las capturas y mantenimiento de los *stocks* de ciertas especies por encima de sus niveles biológicos seguros. Por ejemplo, las TAC (*Targeted Allowable Catches*) establecen el límite de biomasa capturada para las poblaciones de peces comercialmente más importantes, por ejemplo el atún rojo. Se limita también la longitud de las redes de enmalle, de las líneas de palangre, etc.
- Proteger los procesos biológicos más vulnerables. Se establecen vedas temporales o zonales para evitar la pesca de juveniles, se imponen unos tamaños mínimos del palangre, talla mínima de captura, etc.
- Protección de los hábitats litorales, se prohíbe la pesca de arrastre a menos de 50m de profundidad.
- Promocionar el abandono voluntario de buques o el cambio hacia prácticas de pesca con menos requerimientos de fuel.
- Establecer Reservas Marinas de Pesca para aumentar los *stocks* de especies comerciales.
- Mejorar la calidad y la información de los productos pesqueros al consumidor.



Imagen 14.40. Es necesario informar al consumidor del origen de los productos del servicio de abastecimiento de alimentación. Etiquetaje normativo en una dorada de granja (Manel Royo).

Sin embargo estas políticas no están exentas de problemas:

- La política actual basada en la protección de los juveniles puede modificar la composición de la población de una especie dada al eliminar los pocos ejemplares adultos, que son los que aseguran una mejor calidad reproductiva y un buen *pull* genético.
- El sistema de control de las TAC's incrementa el problema de los descartes, al alcanzarse antes cuotas de ciertas especies que de otras. Las especies de menor valor comercial serán pescadas y desechadas, con lo que se mantiene el problema de la sobreexplotación



y se suma la problemática de no poder cuantificar esta mortalidad e incluirla dentro de los estudios poblacionales para regular los *stocks*.

Las acciones prioritarias en las políticas de pesca deberían ir enfocadas a gestionar las pesquerías con perspectivas a largo plazo, para conseguirlo, las directrices que se proponen son las siguientes:

- Introducir planes de manejo y recuperación de *stocks*; por ejemplo, introducir el esfuerzo de pesca (en tiempo de trabajo) como variable limitante en la gestión de *stocks*, especialmente aquellos con planes de recuperación plurianuales.
- Restringir el uso de artes que puedan dañar los ecosistemas sensibles.
- Minimizar los descartes (el volumen de descartes se estima en un 23% de las capturas anuales) mejorando la selectividad de las artes; mejorando los equipos de detección e identificación de las especies; investigando sobre los posibles destinos de las especies de escaso valor; creando mercados para las especies rechazadas; o, en el nivel más restrictivo, prohibir los descartes. (Libro blanco 2009, propuestas sobre la mesa de la Comisión).
- Experimentar con materiales biodegradables y/o el intento de recuperar las artes de pesca en caso de pérdida para evitar el daño que produce a poblaciones de organismo marinos la pesca fantasma de redes y nasas.
- Favorecer la asunción de responsabilidades por parte de todos los actores del sector pesquero, para asegurar así la integración del estado de conservación de los *stocks* en las políticas de manejo de las pesquerías.
- Fomentar la participación de los gestores estableciendo Consejos Regionales.
- Elaborar una nueva estrategia para la política de reducción de la flota pesquera.
- Compartir los costes de las políticas pesqueras entre los extractores y la industria que manufactura.
- Permitir que sólo se pueda acceder a las ayudas si se cumplen las responsabilidades de conservación.
- Tener regímenes de manejo diferenciado: uno para flotas grandes (máxima capacidad y eficiencia) y otro para la flota “pequeña” o de bajura de las unidades de zonas costeras más vulnerables.
- Construir una red de información adecuada, actualizada y asequible para todos los sectores: el extractor, el manufacturador y el consumidor.

<p style="text-align: center;"><b>DEBILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Envejecimiento de la población activa</li> <li>✓ Gran falta de presencia de la mujer</li> <li>✓ Diversidad y complejidad de las organizaciones que intervienen en la gestión y toma de decisiones</li> <li>✓ Dificultades de comercialización</li> <li>✓ Escasez de recursos (sobrepesca, competencia...)</li> <li>✓ Impedimento de reflejar las subidas de carburantes en los precios por la compra-venta de subasta a la baja.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>FORTALEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Configuración empresarial del sector (microempresas- economías de escala-bajos costes-altos beneficios)</li> <li>✓ Cohesión como colectivo económico</li> <li>✓ Alto nivel de complicidad interna (apoyos y fidelidades)</li> <li>✓ Voluntad y motivación de muchos profesionales para adaptarse a las políticas pesqueras comunitarias y rentabilizar su producción</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Escasez de recursos (cambio climático, contaminación, etc.)</li> <li>✓ Dependencia del precio de los carburantes</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Apertura de relaciones → aumento de la participación y necesidad de supervivencia</li> <li>✓ Diversificación económica</li> </ul>

Figura 14.67. Análisis DAFO del sector de la pesca extractiva en España (elaboración propia a partir del Libro Blanco de la Pesca, 2009).

La pesca sostenible es aquella que se realiza a pequeña escala. Este tipo de pesca artesanal, que no está registrada en las estadísticas internacionales, es más común de lo que se supone, a pesar de haber disminuido en las últimas décadas. Necesitamos políticas más activas que apuesten por la pesca artesanal y sostenible, no por razones sentimentales sino porque es el modelo de pesca con más futuro gracias a su menor dependencia del petróleo, su mucho menor impacto sobre los ecosistemas marinos, y porque por kilogramo de pescado extraído hay más pescadores involucrados que en la pesca industrial.

La apuesta por el desarrollo de la pesca artesanal y sostenible debe concretarse en medidas tangibles: un acceso preferente a los servicios de abastecimiento pesqueros gestionados bajo una perspectiva ecosistémica y con una aproximación precautoria; una financiación preferente; la reconversión de las artes destructivas como la pesca de arrastre a modelos de pesca más selectivos, con menos descartes y que dañen menos el ecosistema; la incorporación de los pescadores artesanales en la cogestión y la definición de las políticas públicas; la promoción de los circuitos cortos de producción-consumo; las eco-etiquetas independientes de pesca sostenible; un mejor seguimiento de las desviaciones en el cumplimiento de la legislación, mejor comercialización de sus productos; coherencia de las políticas de pesca con el resto de políticas de cooperación y de sostenibilidad. Afortunadamente, cada vez más pescadores artesanales promueven iniciativas de sostenibilidad como la creación de reservas pesqueras, de co-gestión, establecimiento de planes de gestión a largo plazo o mejoras de la comercialización.

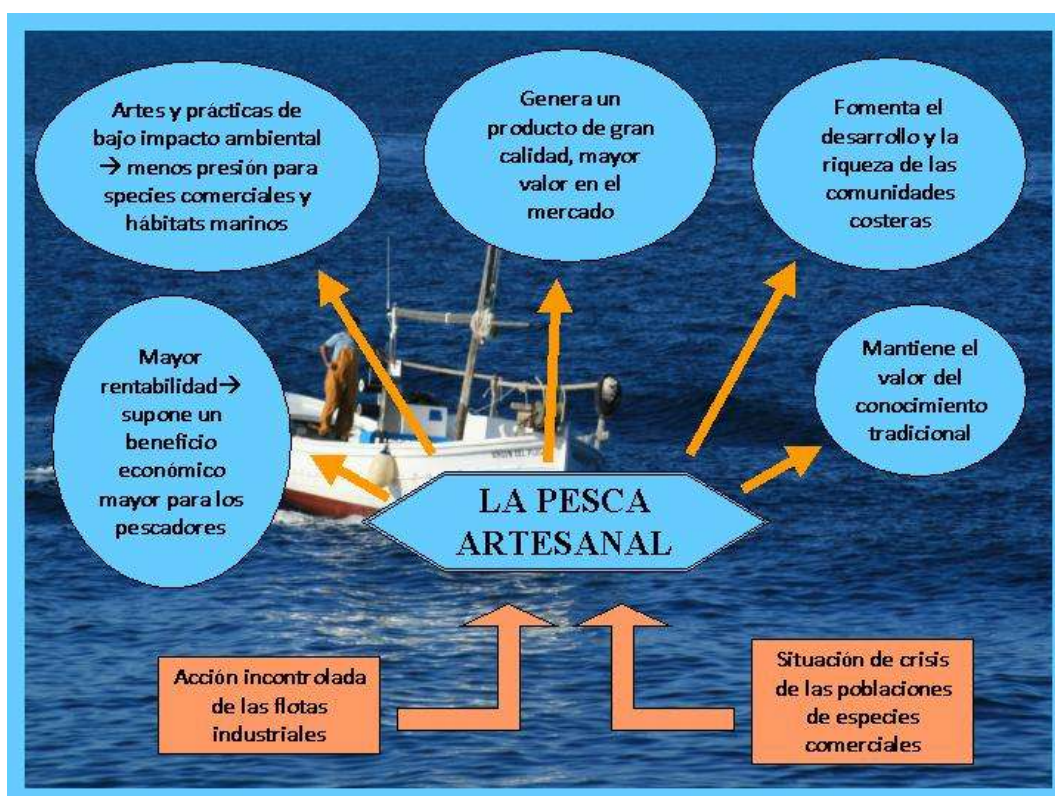


Figura 14.68. Beneficios de la pesca artesanal para los ecosistemas marinos.

Al amparo de la Ley 3/2001 de Pesca Marítima del Estado, se han declarado 10 reservas marinas de interés pesquero de competencia estatal, cuyo principal objetivo es desarrollar una gestión efectiva para protegerlas de la pesca abusiva. El total de Reservas Marinas de Pesca, sumándole las de competencia de las CCAA son 25. Su gestión se basa en la regeneración del recurso pesquero, e incluye seguimientos de especies no ícticas y de problemáticas ambientales particulares en cada una de ellas. Constituyen herramientas de apoyo a la sostenibilidad de la pesca artesanal protegiendo y manteniendo los ecosistemas marinos. De las diez reservas gestionadas exclusivamente por el Estado, siete se encuentran localizadas en el Mediterráneo y tres en el archipiélago Canario. Todas ellas se han declarado bajo el rango normativo de Orden Ministerial entre los años 1986 y 2007, que en cada caso establece sus límites, zonificación y usos asociados.

Existen alternativas de protección basadas en la responsabilidad de los propios pescadores en la protección de los servicios de los que viven. Una alternativa a las reservas marinas protegidas -practicada en otros países como Chile- es la creación de unidades de gestión de pesquerías basadas en concesiones a cooperativas de pescadores que, a su vez, evalúan la sostenibilidad de los ecosistemas. La asunción de responsabilidades de estos colectivos es la clave para el mantenimiento de los ecosistemas y mejora la eficiencia de las reservas marinas protegidas.

Tanto a nivel internacional, como en el caso español, se reconoce un déficit histórico en la declaración de áreas marinas protegidas. El Convenio de Biodiversidad de las Naciones Unidas exige que se llegue a proteger el 10% de la superficie marina en 2012, y España debe llegar a tiempo de cumplir ese objetivo. Urgen a la declaración, planificación y gestión de áreas marinas, además de la imprescindible cooperación institucional. Organizaciones conservacionistas, entidades científicas y órganos gubernamentales han avanzado propuestas que tendrán que consolidarse en los próximos años (Figura 14.69). Es difícil que se alcance este objetivo si tenemos en cuenta el ritmo actual, ya que menos de un 1% de las aguas marinas de jurisdicción española se encuentran protegidas hoy en día. De hecho, hasta el año 2008 únicamente existían áreas marinas protegidas asociadas a áreas terrestres como islas o el litoral, "El Cachucho" ha sido la primera área enteramente marina declarada en España. De la superficie total marina bajo jurisdicción estatal, casi 255.000 hectáreas se encuentran protegidas bajo alguna figura de protección ambiental (Europarc-España, 2010). La mayor parte de ellas se encuentran



localizadas en las zonas litorales (zonas *inshore*) en las que se han centrado la mayor parte de los esfuerzos de protección.

Las áreas protegidas proporcionan a la sociedad beneficios para su salud y bienestar a través del cumplimiento de sus objetivos de conservación del patrimonio natural y cultural asociado. Además, existen evidencias de que la experiencia de la naturaleza es fuente de salud física y mental. En España aún no se ha profundizado en las oportunidades para potenciar todos los beneficios y servicios ofrecidos por las áreas protegidas. Comunicar esos beneficios permitirá un mayor acercamiento a la sociedad, y un mayor apoyo a los esfuerzos para su conservación. El reconocimiento de los valores inmateriales, espirituales y culturales vinculados a los espacios naturales protegidos, y la necesidad de su incorporación en la planificación, gestión y promoción de los mismos, se ha ido consolidando gradualmente desde el Congreso Mundial de Parques de 2003, hasta incorporarse en diversos programas de actuación y estrategias de la UICN, del Convenio de Diversidad Biológica, y de la propia Federación EUROPARC. En España aún es muy incipiente el reconocimiento explícito de estos valores (Europarc-España, 2010).

Se estima que la creación de una red de áreas marinas protegidas sería una vía más barata de estimular la industria pesquera que la actual subvención directa que recibe. En EEUU, se ha calculado que la protección efectiva del 20% al 30% de los sistemas litorales costaría entre 5.000 y 19.000 millones de dólares por año, pero generaría beneficios, en términos de mejoras de los *stocks* pesqueros adyacentes, varias veces superior a su coste. Los gastos actuales para mantener la industria pesquera no sostenible están entre los 15.000 y los 30.000 millones de dólares al año (Costanza *et al.*, 2006).

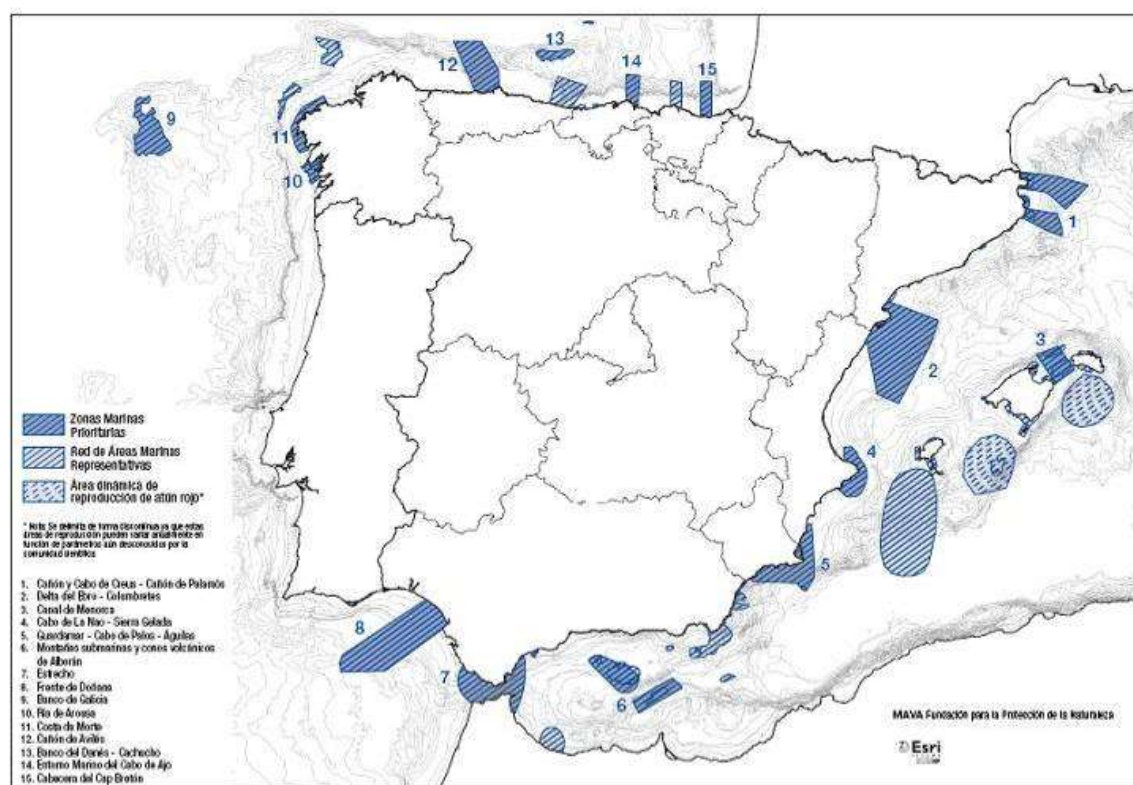


Figura 14.69. Propuesta de protección de áreas marinas para España de WWF/Adena (2005). Se han tenido en cuenta criterios diversos para establecer las zonas que se deberían proteger con prioridad para salvaguardar el capital natural de nuestros mares, tratando además que exista una visión de conjunto, en el que las AMPs no sean “islas de conservación” sino que formen parte de una red coherente de protección de los ecosistemas marinos.

En los acuerdos de protección de especies son necesarios los procedimientos de actualización y revisión, particularmente en aquellos que tratan sobre los ecosistemas marinos, ya que el escaso conocimiento de éste hace que el descubrimiento de nuevas especies o la consecución de más datos sobre el estado de

las ya conocidas sea muy dinámico. En consecuencia, los acuerdos que carecen de procedimientos para su revisión periódica quedan obsoletos con facilidad. La Directiva Hábitats es uno de los ejemplos más evidentes. Bajo el anexo IV, el de mayor protección, sólo se recogen nueve especies marinas además de los cetáceos. De estas nueve, cinco son tortugas marinas. Es obvia la necesidad de incorporar nuevos *taxa* que acerquen este convenio a la situación real de los mares y océanos europeos.

La falta de conocimiento de los ecosistemas marinos exige concentrar esfuerzos en la investigación y, en general, la ampliación del conocimiento sobre éstos, además de garantizar su difusión a la sociedad española para hacerla partícipe de los cambios que se han de dar para restaurar los vínculos de interdependencia que existen entre los seres humanos y los ecosistemas. El primer paso que hay que dar para conocer los ecosistemas marinos es la promoción de los estudios científicos. De esta forma se podrán obtener criterios que permitan una gestión y protección adecuadas. Mientras que el mundo científico trata de avanzar con decisión, la reacción política y legislativa respecto a la protección de las especies marinas no responde en esta misma dirección. Según los compromisos adquiridos mediante el Convenio de Diversidad Biológica, los objetivos para la reducción de la pérdida de biodiversidad no se están alcanzando. Y la respuesta a los avances científicos en el conocimiento de las especies no se está reflejando adecuadamente en acciones para su protección o manejo.

La investigación de los ecosistemas marinos debe avanzar con firmeza para poder obtener un mapa general del estado de las especies marinas. Esta acción no puede desarrollarse sin un apoyo decisivo de los Gobiernos, que deben asumir la necesidad de incrementar esfuerzos para, al menos, equiparar el conocimiento marino al terrestre. Los estudios científicos son esenciales para el entendimiento de la vida en el mar y, consecuentemente, una herramienta para legislar y gestionar los ecosistemas marinos a través de la gestión adecuada de sus hábitats y especies.

El tratamiento de especies explotadas comercialmente debe integrarse con el resto de especies marinas. Los tratados internacionales y la legislación en general han sido particularmente restrictivos con las especies explotables, principalmente peces, condicionándose con demasiada frecuencia a los criterios económicos. Actividades productivas como, por ejemplo, la pesca deben situarse bajo el condicionamiento ambiental, con el objetivo común de mantener la diversidad y capacidad productiva del mar a largo plazo.

A continuación, se listan otros muchos aspectos de la gestión de los ecosistemas marinos que requieren de actuaciones en respuesta a la degradación de los mismos y los impulsores de esta tendencia.

Tabla 14.26. Algunos temas prioritarios que deben ser tenidos en cuenta para encaminar la gestión sostenible de los ecosistemas marinos.

Necesidades de gestión	Aspectos, criterios y posibles medidas a tener en cuenta
Legislación de los ecosistemas marinos	Debido a la falta de conocimiento del funcionamiento, de su enorme extensión y las dificultades técnicas de acceso al mismo, este ecosistema se encuentra fuertemente determinado por la falta de responsabilidad de los usuarios y falta de liderazgo y gobernanza de las administraciones. Es necesario romper con las dinámicas históricas de dejadez, degradación y sobreexplotación, construyendo un marco global internacional real para su conservación, así como leyes específicas en el Estado español y sus CCAA.
Protección de ecosistemas	Existen pocos hábitat marinos protegidos por la Directiva Hábitats, la mayoría de los cuales son someros, como las praderas de <i>Posidonia oceanica</i> , las grandes calas y bahías poco profundas, etc. Es necesario ampliar la visión a otros hábitats del ecosistema marino, especialmente a los que se encuentran fuera del litoral. Es preciso adoptar medidas que hagan efectiva la protección de estos hábitats cuando estos se encuentren fuera de zonas que gocen de una figura de protección más definida.
Regeneración de ecosistemas	La pérdida acelerada de especies y ecosistemas se puede mitigar replantando y/o regenerándolos para asegurar el funcionamiento de los mismos y para aumentar los servicios que proveen al bienestar humano. En el caso de la recuperación de las praderas de posidonia, aún siendo una especie de lento crecimiento, por la gran variedad de servicios que ofrece, la inversión en su recuperación es viable si los impactos directos sobre las praderas disminuyen y aumentan las condiciones que le favorezcan.



Necesidades de gestión	Aspectos, criterios y posibles medidas a tener en cuenta
Protección de especies	Las amenazas que afectan a las especies marinas son múltiples, lo que sumado al desconocimiento que hay sobre los océanos, exige tomar medidas inmediatas en la conservación de especies conocidas y aplicar el principio de precaución en aquellas sobre las que no hay datos. Es necesaria mayor representatividad de especies marinas protegidas en España, incluyendo todas aquellas de las que se conozca su estado desfavorable y amenazas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Se deben desarrollar los planes de recuperación o control de las poblaciones de especies que lo requieran según su categoría y favorecer los mecanismos que permitan aplicarlos. Es necesaria la coordinación entre diferentes organismos dedicados a la conservación, tanto la administración como centros de investigación y ONGs conservacionistas, para poder implementar mecanismos de actualización permanente de especies protegidas según avanzan los conocimientos. Además, para que la protección sea eficiente hace falta coordinación internacional, tanto para tomar medidas coherentes entre las aguas estatales contiguas, como para acordar acciones conjuntas en aguas internacionales.
Insumos externos	Ante el creciente aumento poblacional y productivo/comercial, es necesario regular las fuentes de vertido de residuos desde tierra al mar, ya sea, mejorando las instalaciones depuradoras, aumentando el control sobre los vertidos en el mar, aumentando las restricciones de los vertidos industriales, disminuyendo el uso de fertilizantes en las actividades agrícolas, controlando los aportes en las jaulas de acuicultura, implementando las instalaciones de recepción de residuos en puertos, etc. En todo caso, las vías de entrada de estos aportes son tantas y tan variadas que requieren de un plan integral de control que exija la coordinación entre diferentes sectores y administraciones, lo cual supone un gran reto ante un grave problema para nuestros mares.
Vertidos de hidrocarburos	La prevención es esencial en este tema: buques de doble casco, buffer litoral que mantenga el paso de estos buques alejado del litoral, etc. Se deben establecer mecanismos que permitan exigir responsabilidades a los actores implicados en el transporte de hidrocarburos ante los accidentes que se suceden en nuestros mares. Además, hay que poner a disposición protocolos de actuación ante estos accidentes y facilitar los medios para llevarlos a cabo, para garantizar así el menor impacto sobre el ecosistema.
Eutrofización	Siendo poco probable que se pueda retornar a niveles preindustriales de aporte de nutrientes, un objetivo de gestión adecuado debería ser reducir el aporte de nutrientes a niveles propios de la mitad del siglo pasado, antes de que la eutrofización empiece a extender las zonas muertas (Díaz y Rosenberg, 2008).
Cambio climático	Es necesario reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, como causa del cambio climático antropogénico, aunque los efectos de esa reducción no se vean inmediatamente, por la inercia que lleva el sistema. Por ejemplo, reduciendo la velocidad de los buques un 10%, sus emisiones disminuyen un 23%, y la utilización de velas de apoyo a la navegación, pueden reducir el consumo en un 30%. Por otra parte, la conservación de la biodiversidad marina ayuda a la mitigación del cambio climático. Promover una gestión adaptativa de los ecosistemas marinos, ajustando las medidas a tomar a través de procesos de evaluación de la gestión, es la respuesta de gestión que más se ajusta a este mundo cambiante. Es preciso desarrollar estrategias preventivas y adaptativas donde los espacios protegidos puedan adaptar sus modelos de gestión a los cambios y al avance del conocimiento.
Invasiones biológicas	Ante la dificultad de frenar las causas de entrada de especies alóctonas en el ámbito marino español, se considera conveniente establecer un sistema de seguimiento que permita detectar el establecimiento de nuevas especies y observar su evolución en el ecosistema, parando especial atención en el caso de constatar comportamientos invasivos que afecten a las poblaciones autóctonas. Aún así, se debe seguir en el camino de minimizar las principales vías de entrada de estas especies, aplicando controles sobre las aguas de lastre y estableciendo protocolos de control en los focos más importantes de entrada, que serían sobre todo los puertos.
Acuicultura	Ante la crisis de abastecimiento, la acuicultura se erige como una fuente potencial de suministro, capaz también de mejorar las condiciones socioeconómicas de las poblaciones litorales como alternativa de la pesca extractiva. Sin embargo, es necesario mantener precaución ante el desarrollo extensivo de esta actividad, primero porque sigue necesitando capital natural silvestre para la alimentación y, segundo, porque genera impactos negativos sobre los hábitats donde se sitúan las instalaciones.
Actividades recreativas	Es preciso regular el gran número de actividades recreativas que se llevan a cabo en vinculación con los ecosistemas marinos con un enfoque de sostenibilidad ambiental, dado el considerable incremento de usuarios en las últimas décadas. Merecen especial atención las actividades de buceo (promover buenas prácticas, establecer cupos de visitantes a zonas sensibles o de especial importancia, etc.), la navegación (p. ej., el fondeo de embarcaciones) y la pesca recreativa. También es necesario tener en cuenta la necesidad de infraestructuras y

Necesidades de gestión	Aspectos, criterios y posibles medidas a tener en cuenta
	medios que estas actividades conllevan, a la hora de valorar los impactos que su práctica pueda acarrear al ecosistema (hoteles, puertos, paso de embarcaciones, etc.).
Pesca recreativa	Ante el gran auge de esta actividad de ocio experimentado en los últimos años y el solapamiento con las actividades extractivas profesionales, es necesario mejorar la difusión, conocimientos e información a los interesados y a la sociedad en general, sobre su regulación normativa. Así se logrará un desarrollo adecuado y sostenible de esta actividad, compatibilizando los beneficios tanto económicos como de ocio con la necesidad de preservar los servicios de abastecimiento pesqueros y la biodiversidad de nuestras aguas. Es necesario tener en cuenta su incidencia en el estado de los servicios y adoptar medidas que no vayan destinadas a entorpecer su legítima actividad sino a regularla.
Incentivar el ecoturismo	Es necesario mantener o recuperar la calidad ambiental y paisaje en su amplio sentido para atraer a un turismo de calidad, que reporte beneficios a las comunidades locales sin poner en peligro los ecosistemas donde se asientan las actividades recreativas. También es preciso desarrollar planes de desarrollo local en los que el ecoturismo se considere como una oportunidad sostenible para estimular los ingresos económicos de la población local, de manera que la calidad de los ecosistemas a todos los niveles suponga el factor vertebrador de la actividad y se realicen esfuerzos eficaces para mantenerla.
Ciencia	Es necesario que la ciencia llene los vacíos de conocimiento de los ecosistemas marinos. Los desafíos principales a afrontar son papel del mar en la regulación del clima y los cambios impulsados por la actividad humana, la conservación y recuperación de los stocks pesqueros, la exploración de la biodiversidad marina y desarrollo de las oportunidades biotecnológicas, el desarrollo sostenible de la acuicultura como una fuente emergente de alimento, el aprovechamiento de la energía que el mar contiene y, finalmente, los impactos de las especies invasoras sobre los ecosistemas nativos y su capacidad de respuesta.
Diálogo entre el conocimiento científico-técnico y los tipos de conocimiento tradicional	Construir puentes entre ambos favorece el reconocimiento social al grupo que lo produce, propicia la comunicación entre los dos tipos de conocimiento con beneficios para ambos, produce más y mejor conocimiento para la ciencia y, en definitiva, facilita una mejor articulación entre los diferentes estratos sociales (García-Allut, 2004).
Educación ambiental marina	Existe una necesidad de implementar programas de educación ambiental que se centren en los ecosistemas marinos, especialmente en todo aquello que concierne a la relación entre el estado de éstos y nuestro bienestar. Este tipo de temáticas deberían estar enfocadas desde una perspectiva positiva que promueva la aparición de actitudes proactivas, y deberían estar destinadas a diferentes sectores de la población, no sólo al infantil-juvenil. Es importante que tengan lugar en zonas litorales, pero también se deberían implementar en el interior, pues toda la población española está implicada en el disfrute y mantenimiento de los ecosistemas marinos.
Comunicación ambiental marina	Debe transmitirse a la sociedad información sobre el estado de nuestros ecosistemas marinos, los impactos de nuestras actividades de aprovechamiento de los servicios que nos ofrecen y las implicaciones de su degradación sobre nuestro bienestar, así como los esfuerzos institucionales y técnicos para la conservación de los ecosistemas. El objetivo principal ha de ser lograr su implicación y apoyo, identificando los mensajes, las vías de comunicación y el lenguaje más adecuados para llegar al público objetivo. Para ello es necesario profundizar en la percepción social de los ecosistemas marinos y poder así aportar herramientas eficaces para la difusión de conceptos que restablezcan el vínculo ecosistemas -servicios -bienestar humano.
Participación	Es necesario abrir paso y facilitar el desarrollo de iniciativas populares que se enmarquen dentro de proyectos de sostenibilidad, además de asesorar en la consecución de sus objetivos. Por otra parte, es necesaria la creación de espacios de participación de las administraciones para fomentar el desarrollo de iniciativas ciudadanas en la misma línea e incluir a los actores implicados en la gestión de los ecosistemas marinos (en el aspecto que sea) en la toma de decisiones.

## 9. La conservación de los ecosistemas marinos y el bienestar humano

Dentro de los servicios que proporcionan los ecosistemas marinos, las funciones básicas de producción de materia orgánica (base de la red trófica marina), su papel en el ciclo de los elementos, la regulación del clima y de la calidad del agua, el mantenimiento de la biodiversidad y el eje cultural, generan importantes servicios para la sociedad, si bien estos servicios, al considerarse como bienes garantizados y gratuitos han permanecido de alguna forma ocultos a evaluaciones económicas. Sin embargo, la dimensión económica real de estos servicios se pone de manifiesto plenamente cuando la pérdida, por los impactos ejercidos por una presión excesiva sobre los ecosistemas, de alguna de las funciones que lo soportan requiere que ésta se supla con tecnologías, lo que nos hace más caro el producto final. En otros casos, la pérdida de algunos servicios no se puede suplir con tecnologías, como es el caso de la regulación del clima, la fertilidad del medio, el saber tradicional, el servicio estético, por lo que es esencial el planteamiento de lo que la sociedad española está dispuesta a dejar atrás y en favor de qué. Además, el caso del conocimiento tradicional supone una oportunidad para recuperar maneras de uso de los servicios que se saben sostenibles por su largo recorrido histórico, como ha ocurrido con la pesca artesanal a pequeña escala, cuya recuperación se perfila como una de las acciones a aplicar para restablecer la sostenibilidad del sector.

El servicio que se ha aprovechado más intensa y directamente es el del abastecimiento, tradicionalmente a través de la pesca y más recientemente de la acuicultura. El esfuerzo de pesca ha sido tal que ha derivado en una crisis del capital natural que la sustenta, mientras que la población española ha crecido en los últimos 50 años como nunca antes, tanto en número, como en capacidad de consumo de bienes. Entonces, la paradoja de la mayor demanda y de la menor disponibilidad de poblaciones salvajes conduce inevitablemente a plantear la posibilidad de la acuicultura y la importación como inevitables en un futuro. La acuicultura es el ámbito del sector primario de crecimiento más rápido (para dar una idea, sólo comparable al sector de la telefonía móvil), pero su actividad genera impactos en los ecosistemas marinos que pueden afectar a otros servicios importantes. La acuicultura es un avance en pro del bienestar humano hacia el que hay que dirigir esfuerzos y mejoras técnicas, no sin antes haber planteado y analizado el compromiso entre el desarrollo de esta actividad y los impactos que inherentemente genera.

Otros servicios de los ecosistemas marinos han sido degradados hasta el punto de comprometer el futuro del bienestar de la sociedad española. Entre ellos destacan los servicios de regulación, que nos aportan de manera casi invisible toda una serie de funciones que sostienen actividades económicas tan importantes para la sociedad como el turismo litoral, ya que regulan la dinámica de nuestras playas o la calidad de las aguas en las que se desarrollan numerosas actividades de recreo. Los impulsores directos e indirectos que generan los impactos que degradan estos servicios son de origen diverso y actúan de manera sinérgica. Algunos ejemplos son la contaminación de origen terrestre (aguas residuales, fertilizantes de la agricultura, etc.) y los excedentes de materia orgánica procedentes de la acuicultura y el transporte de hidrocarburos en nuestras aguas, para el caso de la regulación de la calidad del agua; o la construcción de infraestructuras en el litoral y el exceso de aporte de nutrientes que afecta a un ecosistema esencial como las praderas de posidonia, para el caso de la regulación morfosedimentaria. Muchas veces el desarrollo de ciertas actividades compromete su propio futuro si éste no se hace en base a la sostenibilidad, como ha ocurrido con el turismo litoral en las últimas décadas en España. Es necesario y prioritario, pues, poner freno a estas presiones que erosionan la capacidad natural de estos ecosistemas a proporcionar servicios a la humanidad.

Por otra parte, el futuro del bienestar de la sociedad española mira hacia el mar desde el momento en que el aprovechamiento de los servicios terrestres ha llegado a un punto de insostenibilidad, hecho que plantea muchas cuestiones acerca de las posibilidades del desarrollo como hasta ahora se ha entendido. Esta mirada se centra ahora en la exploración de nuevos servicios de abastecimiento energéticos, como el de las olas, el viento y los biocombustibles, así como en el descubrimiento de nuevas fuentes de principios activos para la farmacología y la biotecnología. Urge regular estas actividades, aún incipientes, para garantizar que su explotación esté gobernada por los principios de la sostenibilidad y de beneficio

para toda la sociedad. El desarrollo inteligente de la población humana pasa, por tanto, por el uso de los océanos como fuente de servicios como alimento, energía, agua y biotecnológicos, por lo que la humanidad será mucho más acuática de lo que lo es en la actualidad. El uso racional de los océanos requiere de la experiencia del saber tradicional, del conocimiento científico, pero también una mayor capacidad de cooperación social e intersectorial para el desarrollo de un marco legal que vele por el uso equitativo y sostenible de los servicios que el mar ofrece a la humanidad. En vencer estos desafíos descansa en buena medida el futuro de la humanidad y de la biosfera.

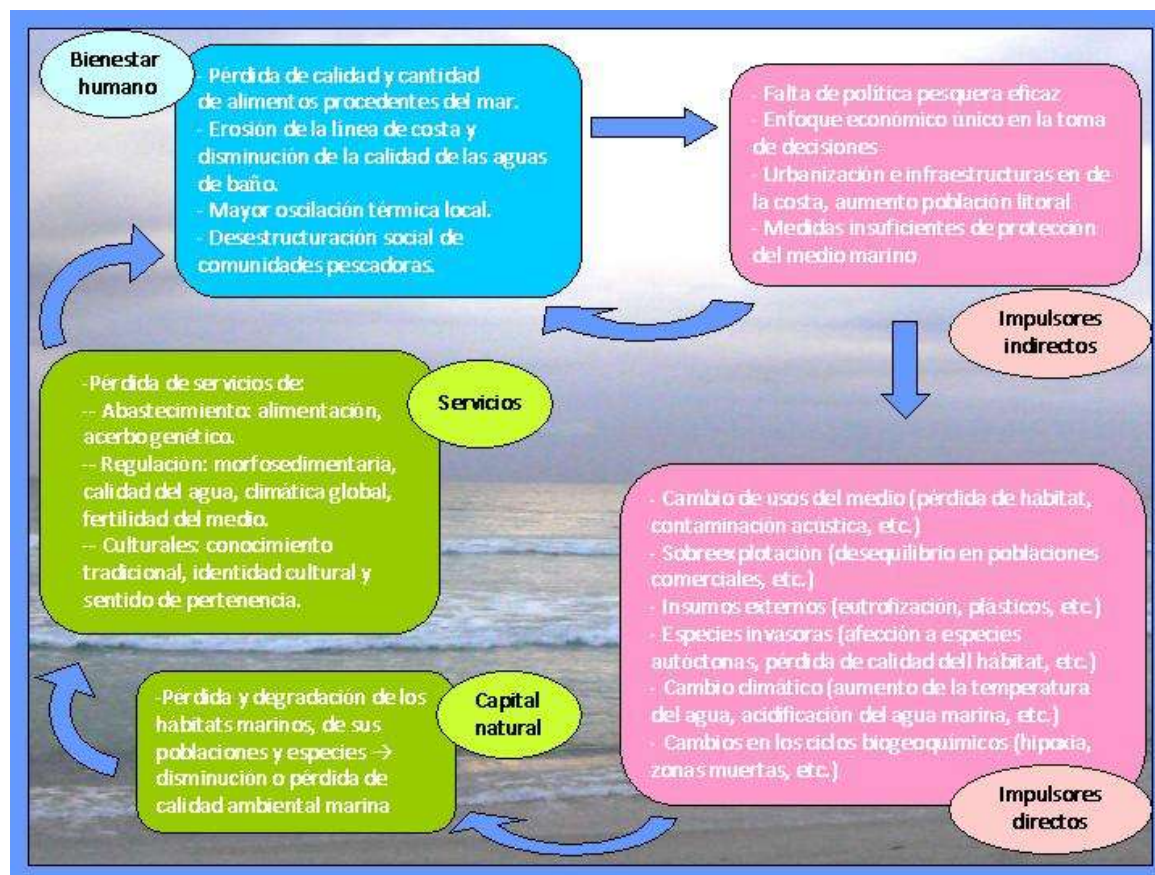


Figura 14.70. Síntesis de las relaciones ecosistemas marinos, servicios y bienestar humano.

## 10. Referencias bibliográficas

- APHA (1992). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
- APROMAR (Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos) (2010). La Acuicultura Marina de Peces en España.
- Asociación de Empresarial Eólica (2010). Anuario 2010.
- Arrieta, J. M., Arnaud-Haond, C. y Duarte, C. M. (2009). What lies underneath: Conserving the oceans' genetic resources. PNAS.
- Atkins, J. P., Burdon, D., Elliott, M. Gregory, Management of the Ma A.G. (2010). Marine Environment: Integrating Ecosystem Services and Societal Benefits with the DPSIR Framework in a Systems Approach. Marine Pollution Bulletin (En revisión).
- Ballesteros, E., Cebrián, E y Alcoverro, T. (2007). Mortality of shoots of *Posidonia oceanica* following meadow invasion by the red alga *Lophocladia lallemandii*. Botanica Marina 50 : 8-13.
- Ballesteros, E. (2008) Especies invasoras. Actividades humanas en los mares de España. 177-185. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Barazi-Yeroulanos, L. (2010). Regional synthesis of the mediterranean marine finfish aquaculture sector and development of a strategy for marketing and promotion of mediterranean aquaculture GFCM Studies and Reviews No. 88. Rome, FAO.
- Barbera, C., Bordehore, C., Borg, J.A., Glemarec, M., Grall, J., Hall-Spencer, J.M., De la Huz, C., Lanfranco, E., Lastra, M., Moore, P.G., Mora, J., Pita, M.E., Ramos-Espla, A.A., Rizzo, M., Sanchez-Mata, A., Seva, A., Schembri, P.J., Valle, C., (2003). Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maerl beds. Aquatic Conservation – Marine and Freshwater Ecosystems 13, S65–S76.
- Barral, M (2010). “Sólo dos de cada cien mariscadoras a pie gallegas tienen menos de 30 años” <http://mariscadoraenogrove.blogspot.com/2011/02/cifras-y-porcentajes-de-mariscadoras-en.html>
- Barrón, C., Duarte, C.M., Frankignoulle, M. y Vieira Borges, A., (2006). Organic Carbon Metabolism and Carbonate Dynamics in a Mediterranean Seagrass (*Posidonia oceanica*) Meadow. Estuaries and Coasts 29: 417-426.
- BIC Galicia,-Centro Europeo de Empresas e Innovación de Galicia (2010). Acuicultura: Oportunidades de trabajo en Ferrol, Eurme y Ortegal. Plan de desenvolvemento integral de Ferrol, Eurme e Ortegal.
- Bindoff, N., J. Willebrand, V. Artale, A. Cazenave, J. Gregory, S. Gulev, K. Hanawa, C. Le Quere, S. Levitus, Y. Nojiri, C. K. Shum, L. Talley and A. Unnikrishnan, (2007). Observations: oceanic climate change and sea level. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, 385-432.
- B.O.E., 23 de febrero de 2011. Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Disposiciones generales, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Núm. 46. Sec. I. Pág. 20912.
- B.O.E., Jueves 30 de diciembre de 2010. Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino. Disposiciones generales, Jefatura del Estado. Núm. 317. Sec. I. Pág. 108464.



- Boudouresque, C. F. y Verlaque, M. (2002). Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes. *Marine Pollution Bulletin*, v. 44: 32-38.
- Cáceres Feria, R. (2003). Marineros, mariscadores y pescadores: diversidad y transformaciones en la población marinera de Ayamonte (Huelva) Zainak. 25, 159-172.
- Cajamar (2002). El tráfico marítimo y la actividad portuaria. *Boletín Económico Financiero Cajamar*. Suplemento nº 10. Año IV. Número 10.
- Canals, M. y Ballesteros E. (1997). Production of carbonate particles by phytobenthonic communities on the Mallorca-Menorca shelf, northwestern Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research* 44: 611-629.
- Cardona Pons, F (2009). La Pesca de recreo y el turismo. Accesit del II Premio de Investigación del Consell Econòmic i Social de les Illes Balears.
- CAEB (Confederació d'Associacions Empresariales de Balears), Conselleria de Turisme (Govern de les Illes Balears), INESTUR (Institut d'Estratègia Turística) y CITTIB (Centre d'Investigació y de Tecnologies Turístiques de les Illes Balears) (2008). *El turisme nàutic a Balears 2007*. Col·lecció d'estudis turístics.
- Chisholm, J. R. M., Fernex, F. E., Mathieu, D. y Jaubert, J.M. (1997). Wastewater discharge, seagrass decline and algal proliferation on the côte d'Azur. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 34, Issue 2, Pages 78-84.
- Claudet, J y Fraschetti, S. (2010). Human-driven impacts on marine habitats: A regional meta-analysis in the Mediterranean Sea. *Biological Conservation*, 143. pp 2195–2206.
- Comisión europea (2006). Resultados del estudio EUROSION. Vivir con la erosión costera en Europa. Sedimentos y espacio para la sostenibilidad.
- Comisión Europea. Dirección General de Pesca (2003). Las mujeres en la pesca: un papel desconocido.
- Commision of the European Communities (2009). GreenPaper. Reform of the Common Fisheries Policy. Brussels, COM (2009) 163 final.
- Compan Vázquez, D. (1975). La pesca marítima en España. Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada. Nº. 5 y 6.
- Conley, D. J., Carstensen, J., Vaquer-Sunyer, R. y Duarte, C. M. (2009). Ecosystem thresholds with hypoxia. *Developments in Hydrobiology*, Volume 207, 21-29, DOI: 10.
- Costello MJ, Coll M, Danovaro R, Halpin P, Ojaveer H, *et al.* (2010). A Census of Marine Biodiversity Knowledge, Resources, and Future Challenges. *PLoS ONE* 5(8): e12110. doi:10.1371/journal.pone.0012110.
- de Carvallho Cantergiani, C y Giménez Herrero, L.M. (2007). Indicadores de la Sostenibilidad en España. Artificialización de la costa y sostenibilidad en las costas. *Ambienta*, pp66-68.
- DEPANA (2009). El estudio de valoración de los bienes y servicios de los ecosistemas litorales catalanes.
- Diaz, R. J. y Rosenberg, R. (2008). Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems. *Science* 321, pp926-929.
- Díaz-Almela, E y Marbà, N., (2009). 1120 Praderas de Posidonia (*Posidonium oceanicae*). En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Dirección General de Sostenibilidad de la costa y del mar. Secretaría del Mar, Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y marino. (2009). Fundamentos para el desarrollo de la Instrucción Técnica “Gestión Ambiental de las Extracciones Marinas para la Obtención de Arena”.

- Dirección General de Pesca. Comisión Europea (2002). El papel de las mujeres en la pesca
- Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1991:135:0040:0052:ES:PDF>
- Duarte, C. M. (coord) (2006). Las Ciencias y tecnologías marinas en España. CSIC. 292 pp.
- Duarte, C. M., Conley, D. J., Carstensen, J. y Sánchez-Camacho, M. (2009). Return to Neverland: Shifting Baselines Affect Eutrophication Restoration Targets. *Estuaries and Coasts*. Volume 32, Number 1, 29-36.
- Duarte, C. M., Dennison, W. C., Orth, R. J. W., Carruthers, T. J. B. (2008). The Charisma of Coastal Ecosystems: Addressing the Imbalance. *Estuaries and Coasts*. Vol 31:233–238.
- Duarte, C. M. y Grasses, F. (2003). El papel social de la ciencia en Baleares. Un homenaje a Javier Banedí. Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca. 250 pp.
- Duarte, C. M., J. J. Middelburg y N. Caraco (2005). Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle. *Biogeosciences* 2: 1-8.
- EUROPARC-España (2010). Anuario EUROPARC-España del estado de los espacios naturales protegidos 2009. Ed. FUNGOBE. Madrid. 104 pág.
- European Environmental Agency (2010). The European environment state and outlook 2010: Marine and coastal environment. [www.eea.europa.eu/soer](http://www.eea.europa.eu/soer).
- European Environment Agency, EEA (1999). Environmental indicators: Typology and overview. Technical report, 25, 19 pp.
- FOESA (2010) Definición de Indicadores de Sostenibilidad en la Acuicultura Mediterránea. Mediterrane-ON.
- Fonseca, M.S. y Fisher, J. (1986). A comparison of canopy friction and sediment movement between four species of seagrass with reference to their ecology and restoration. *Marine Ecology Progress*, 29: 15-22.
- García-Allut, A. (2004). La pesca artesanal, el cambio y la patrimonialización del conocimiento. PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. Dossiers Temáticos PH, Boletín 44.
- García García J., Rouco Yañez A., García García B. (2001). Evolución del peso económico de la acuicultura marina. Importancia económica de la acuicultura. *An. Vet. (Murcia)* 17: 41-50 .
- General fisheries commission for the mediterranean regional (2010). Synthesis of the mediterranean marine finfish aquaculture sector and development of a strategy for marketing and promotion of mediterranean aquaculture. Gfcm studies and reviews no. 88. Rome, FAO.
- Gollasch, S. (2006). Overview on introduced aquatic species in European navigational and adjacent waters. *Helgoland Marine Research* 60: 84-89.
- **Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático - IPPC (2007) Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Pp 114**
- Hendriks, I.E.; Sintès, T.; Bouma, T.J.; Duarte, C.M. (2008). Experimental assessment and modeling evaluation of the effects of the seagrass *Posidonia oceanica* on flow and particle trapping *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 356: 163-173.
- Hesp, P. (1984). The formation of sandy beaches, ridges and foredunes. *Search* 15: 289-291.
- Hyde, IM. (1924). Effects of music on electrocardiograms and blood pressure. *Journal of experimental Psychology*. 7: 213-214.

- Instituto Español de Oceanografía (2010). Cambio climático en el Mediterráneo español. 178 pp.
- Instituto Nacional de Estadística (2010). Anuario Estadístico 2009. Capítulo 3: tráfico portuario. [http://www.ine.es/prodyser/pubweb/anuarios\\_mnu.htm](http://www.ine.es/prodyser/pubweb/anuarios_mnu.htm)
- JACUMAR (2009). La acuicultura en España. Secretaría General del Mar, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.
- Jaubert, J. M., Chisholm, M. Ducrot, D, Ripley, H. T., Roy, L. y Passeron-Seitre, G. (1999). No deleterious alterations in posidonia beds in the bay of menton (France) eight years after *Caulerpa taxifolia* colonization. Journal of Phycology, Volume 35, Issue 6, pages 1113–1119.
- Juanes Martí, J.L (2003). Principios Básicos del Balance de los Sedimentos en la Zona Costera. Seminario-taller internacional de geología marina y costera. SIGMAR 1, INVEMAR. COLOMBIA.
- Koske, R.E. y Polson, W.R. (1984). Are V.A Mycorrhizae required for Sand Dune Stabilization? BioScience 34: 420-424.
- Lambert, C.C. y Lambert, G. (1998). Non-indigenous ascidians in southern California harbors and marinas. Mar. Biol. 130, 675–688.
- Mahou Lago, X. M (2008). Implementación y gobernanza: La política del marisqueo en Galicia. MONografías, num. 13.
- MAPA-SGEA (Encuesta de Indicadores Económicos de la Pesca Marítima) (2007).
- Marbà, N., C. M. Duarte, J. Cebrian, M. E. Gallegos, B. Olesen y K. Sand-Jensen (1996). Growth and population dynamics of *Posidonia oceanica* on the Spanish Mediterranean coast: elucidating seagrass decline. Marine Ecology Progress Series, 137: 203-213.
- Marbà N. (2009). Loss of seagrass meadows from the Spanish coast: results of the PRADERAS project. En “Global loss of coastal habitats: rates, causes and consequence. FBBVAA. 184 pp.
- Marbà N., Duarte C.M. (2010). Spanish document aiming at the identification of important ecosystem properties and assessment of ecological status and pressures to Mediterranean marine and coastal biodiversity. Contract RAC/SPA, N° 73-2009: 56 pp.
- Margalef, R. *et al.* (1994). Biosfera. 10 Litorals i oceans. Enciclopedia catalana.
- Ministerio del Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (2011). Banco Público de Indicadores Ambientales (BPIA). Consulta de indicadores. [http://www.mma.es/portal/secciones/calidad\\_contaminacion/indicadores\\_ambientales/banco\\_publico\\_ia](http://www.mma.es/portal/secciones/calidad_contaminacion/indicadores_ambientales/banco_publico_ia)
- Martín, V. J. (2008). Consumo y gasto en pescado: Demanda en el hogar y en los establecimientos de restauración. Distribución y consumo.
- Meinesz, A., de Vaugelas, J., Hesse, B. y Mari, X. (1993). Spread of the introduced tropical green alga *Caulerpa taxifolia* in northern Mediterranean waters, Journal of Applied Phycology, Volume 5, Number 2, 141-147.
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (2011). Perfil Ambiental 2010: Informe basado en indicadores.
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (2010). Directorio de organizaciones de productores.
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (2007). Anuario de pesca.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2009). Libro Blanco de la Pesca, 310 pp.

- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Dirección General del Agua (2007). Síntesis de los estudios generales de las Demarcaciones Hidrográficas en España.
- Ministerio de Medio Ambiente (2005). Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. 62 pp.
- Molano, O.L. (2008) Identidad cultural concepto que evoluciona. Revista Opera [en línea]
- Morales-Nin, B., Moranta, J., García, C., Tugores, M. P., Grau, A. M., Riera, F., and Cerda, M. (2005). The recreational fishery off Majorca Island (western Mediterranean): some implications for coastal resource management. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 727-739.
- Moro, L., Martín, J.L., Garrido, M.J., Izquierdo, I. (eds.) (2003). Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales) 2003. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. 248 pp.
- National Centre for Ecological Analysis and Synthesis web: <http://www.nceas.ucsb.edu/globalmarine/ecosystems>.
- Norse, E. A. (Ed) (1993). Global Marine biological diversity. Island Press. Washington D.C.
- Pardo, E., Aguilar, R. OCEANA (2009). Especies amenazadas. Propuesta para su protección en Europa y España. Marta Madina, ed.
- Oficina española de cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente (2006). Plan Nacional de Adaptación al cambio climático.
- Olaso, I. (2009) Los ecosistemas marinos en el siglo XXI. Conama 2009.
- Palacios, I., Casado-Arzuaga, I., Arana, X., Madariaga, I. y Onaindia, M. (2009). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en Bizkaia. De lo local a lo global y viceversa.
- Pauly, D. V., Christensen, J., Dalsgaard, R., Froese, F. y Torres, Jr. (1998). Fishing down marine food webs. *Science* 279:860-863.
- Pauly, D., Christensen, V., Froese, R., Palomares, M. (2000). Fishing Down Aquatic Food Webs. *American Scientist*.
- Piazzì, L., Ceccherelli, G., Cinelli, F. (2001). Threat to macroalgal diversity: effects of the introduced green alga *Caulerpa racemosa* in the Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 210, p. 149-159. eISSN 1616-1599.
- J. K. Pinnegar, N. V.C Polunin, and F. Badalamenti (2003). Long-term changes in the trophic level of western Mediterranean fishery and aquaculture landings. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 60(2): 222-235.
- Peter, P. A., Smyth (2003). Role of iodine in antioxidant defence in thyroid and breast disease. *Biofactors*, nº 19: 121-130.
- Plataforma Tecnológica Española de la Pesca y la Acuicultura (2009). Documento visión 2020: tendencias y prioridades científicas y tecnológicas en el sector de la pesca y la acuicultura.
- PNUMA (2004). Mares y océanos ¿Vivos o muertos? Actualidad del Medio Ambiente en Europa Edición Especial.
- Santasmarinas, P. (2006). ¿TIENE FUTURO EL MARISQUEO? Revista Galega de Economía, vol. 15, núm. 1.
- Ray G. C, Grassle, F. (1988). Marine biological Diversity: A scientific program to help conserve marine biological diversity is urgently required. *BioScience*.

- Rius, M. (2008). Biologia i genètica de poblacions de l'ascidi invasor *Microcosmus squamiger* (Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona).
- Rodríguez, J. y Ruíz, J. (2010). Conservación y protección de ecosistemas marinos: conceptos, herramientas y ejemplos de actuaciones. Ecosistemas. 19 (2): 5-23. Mayo 2010.
- Subdirección General de Recursos Pesqueros y Acuicultura. Petición explícita de datos, 2011.
- Templado, J., Capa, M., Guallart, J., Luque, A. (2009). 1170 Arrecifes. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 142 p.
- Terrados, J. y Duarte, C.M. (2000). Experimental evidence of reduced particle resuspension within a seagrass (*Posidonia oceanica* L.) meadow. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. Volume 243, Issue 1, 1 January 2000, Pages 45-53 .
- Tragsatec (2004). Estudio Socioeconómico de la Pesca Recreativa en el Mediterráneo español. Editor: Secretaría General de Pesca, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Trenberth, K.E., Jones, P.D., Ambenje, P., Bojariu, R., Easterling, D., Klein Tank, A., Parker, D., Rahimzadeh, F., Renwick, J.A., Rusticucci, M., Soden, B. y Zhai, P. (2007). Observations: surface and atmospheric climate change. Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor y H.L. Miller). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY.
- Turon, X., Nishikawa, T. y Rius, M. (2007). Spread of *Microcosmus squamiger* (Ascidiacea: Pyuridae) in the Mediterranean Sea and adjacent waters. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 342, 185–188.
- UNEP (2006). Millennium Ecosystem Assessment. UNEP, Nairobi.
- VVAA (2006), Catálogo Nacional de Especies Amenazadas. Dirección General para la Biodiversidad, Secretaria General para el Territorio y la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente.
- Worm, B. *et al.* (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem. Science 314, 787.
- WWF/Adena (2005) Conservando nuestros paraísos marinos: Propuesta de Red Representativa de Áreas Marinas Protegidas en España.
- <http://www.algaebase.org/>
- <http://www.ine.es/>
- <http://www.uicn.es/>
- [http://lifeposidonia.caib.es/user/carto/index\\_cs.htm](http://lifeposidonia.caib.es/user/carto/index_cs.htm)
- <http://www.nceas.ucsb.edu/>
- <http://www.iet.tourspain.es/paginas/PubFrontur.aspx>