



Escola Tècnica Superior d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TESI DE MÀSTER

Màster

Màster en Enginyeria de Camins, Canals i Ports

Títol

Conflictos Costeros. Presente y futuro

Autor

Manuel Alférez Benítez

Tutors

Agustín Sánchez-Arcilla Conejo
César Mösso Aranda

Departament

Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental

Data

4 de juliol de 2014

Agradecimientos:

A mis tutores.

César Mösso. Por toda la dedicación y ayuda que he recibido por su parte, incluso estando a más de 9.000 Km de distancia.

Agustín Sánchez-Arcilla. Por proponerme realizar la tesina junto a él, y por los conocimientos con los que me ha ilustrado para poder llevarla a cabo.

Sin ellos, esta tesina no sería una realidad.

A mis padres y hermano.

Por los ánimos recibidos y por la confianza depositada en mí. Ellos son la inspiración de todos mis logros.

A Laura.

Por tener siempre las palabras exactas en los momentos en los que más lo he necesitado. Por estar siempre a mi lado.

A profesores, familia y amigos que no he mencionado pero que han contribuido con su granito de arena a que realizara esta tesina.

A todos ellos:

GRACIAS!

RESUMEN

TÍTULO: Conflictos costeros. Presente y futuro

AUTOR: Manuel Alférez Benítez

TUTORES: Agustín Sánchez-Arcilla Conejo y César Mösso Aranda

PALABRAS CLAVE: Zona costera, conflictos, playa, cambio climático, retroceso, Barceloneta.

Históricamente, las zonas costeras en España habían sido consideradas como áreas inapropiadas para la realización de actividades lúdicas, constructivas y de explotación, con lo que su valor económico era escaso. Estos criterios cambiaron radicalmente a finales del siglo XIX, cuando la sociedad se empezó a movilizar progresivamente hacia el litoral con el fin de llevar a cabo actividades para beneficio propio, lo que ha conducido a una situación actual de sobreocupación costera.

Si a esta creciente invasión se le añade el hecho de que la costa es un elemento dinámico que continuamente experimenta cambios, y que actualmente estos tienden a ser erosivos, el peligro de desaparición del litoral es una realidad. Además, se debe tener en cuenta que las proyecciones futuras apuntan a una situación todavía más adversa, debido a los impactos que producirá el cambio climático, reflejados principalmente en la subida del nivel medio del mar.

Todo ello genera una serie de conflictos inevitables en las zonas costeras, y evidencia la clara necesidad de establecer una definición de las mismas, no solamente a nivel físico, sino también social, económico, ecológico y portuario, con el fin de regular los usos agresivos del litoral y consecuentemente de conservar sus valores.

Los trabajos realizados en esta tesina se pueden desglosar en dos bloques. En una primera parte se ha llevado a cabo una intensa investigación bibliográfica, con el objetivo de analizar la definición de la zona costera en España en tiempos pasados y en la actualidad.

En la segunda parte, se ha realizado un análisis de los conflictos que se presentan actualmente en las zonas costeras y también en vista a unas expectativas de futuro, que responden mayormente al fenómeno del cambio climático. El estudio se ha focalizado en las playas de la Barceloneta, en Barcelona, área crítica debido a que el grado de explotación y la afluencia turística son máximos. Así pues, se ha realizado el cálculo y la posterior digitalización del retroceso de la línea de orilla de las playas de Sant Sebastià, Sant Miquel, La Barceloneta y Somorrostro, para los años 2030, 2050 y 2100, en base a la contribución de dos componentes: la dinámica costera, reflejada en tasas de evolución de años anteriores, y el cambio climático, reflejado en un incremento sustancial del nivel medio del mar.

Los resultados han permitido obtener conclusiones sobre cuál se espera que sea la situación de la zona costera a finales del siglo XXI. Se han establecido finalmente unas bases de estudio futuras para poder combatir los efectos de la acción humana y del cambio climático, y evitar así unas consecuencias que pueden llegar a ser muy negativas, no solo para la integridad física del litoral, sino también para la población urbana costera.

RESUM

TÍTOL: Conflictes costaners. Present i futur

AUTOR: Manuel Alférez Benítez

TUTORS: Agustín Sánchez-Arcilla Conejo y César Mösso Aranda

PARAULES CLAU: Zona costanera, conflictes, platja, canvi climàtic, regressió, Barceloneta.

Històricament, les zones costaneres d'Espanya havien estat considerades com àrees inapropiades per a la realització d'activitats lúdiques, constructives i d'explotació, per la qual cosa el seu valor econòmic era escàs. Aquests criteris van canviar radicalment a finals del segle XIX, quan la societat es va començar a mobilitzar progressivament cap al litoral, amb l'objectiu de desenvolupar activitats per al benefici propi, fet que ha conduït a una situació actual de sobre ocupació costanera.

Si a aquesta creixent invasió se li afegeix el fet que la costa és un element dinàmic que contínuament experimenta canvis, i que actualment aquests tendeixen a ser erosius, el perill de desaparició del litoral és una realitat. A més, s'ha de tenir en compte que les projeccions futures apunten a una situació encara més adversa, degut als impactes que produirà el canvi climàtic, reflectits principalment en l'increment del nivell mig del mar.

Tot això genera una sèrie de conflictes inevitables en les zones costaneres, i evidencia la clara necessitat d'establir una definició de les mateixes, no només a nivell físic, sinó també a nivell social, econòmic, ecològic i portuari, amb l'objectiu de regular els usos agressius del litoral i consegüentment de conservar els seus valors.

Els treballs realitzats en aquesta tesina es poden desglossar en dos blocs. En una primera part s'ha dut a terme una intensa recerca bibliogràfica, amb la finalitat d'analitzar la definició de la zona costanera a Espanya en temps passats i també en l'actualitat.

En la segona part, s'ha realitzat un anàlisi dels conflictes que es presenten actualment en les zones costaneres i també en vista a unes expectatives de futur, que responen principalment al fenomen del canvi climàtic. L'estudi s'ha focalitzat en les platges de la Barceloneta, a Barcelona, àrea crítica degut a que el grau d'explotació i la afluència turística són màxims. Així doncs, s'ha realitzat el càlcul i la posterior digitalització de la regressió de la línia de riba de les platges de Sant Sebastià, Sant Miquel, La Barceloneta i Somorrostro, pels anys 2030, 2050 i 2100, en base a la contribució de dos components: la dinàmica costanera, reflectida en taxes d'evolució d'anys anteriors, i el canvi climàtic, reflectit en un increment significatiu del nivell mig del mar.

Els resultats han permès obtenir conclusions sobre quina s'espera que sigui la situació de la zona costanera a final del segle XXI. S'han establert finalment unes bases d'estudi futures per poder combatre els efectes de la acció humana i del canvi climàtic, i evitar així unes conseqüències que poden arribar a ser molt negatives, no només per la integritat física del litoral, sinó també per la població urbana costanera.

ABSTRACT

TITLE: Coastal conflicts. Present and future

AUTHOR: Manuel Alférez Benítez

TUTORS: Agustín Sánchez-Arcilla Conejo and César Mösso Aranda

KEY WORDS: Coastal areas, conflicts, beach, climate change, regression, Barceloneta.

Historically, coastal zones in Spain had been considered as inappropriate areas for developing leisure, construction and operational activities, so their economic value was minimal. These criteria changed radically by the end of nineteenth century, when society began to mobilize progressively towards the coast in order to carry out activities for their own benefit, which has led to a current situation of coastal overcrowding.

If to this encroachment is added the fact that the coast is a dynamic element that continuously experiments changes and actually these tend to be erosive, the risk that of disappearance of the coast becomes a reality. In addition, it must be taken into account that future projections point to an even more adverse situation, due to the impacts that climate change will produce, which are mainly reflected in the mean sea-level rise.

All this generates an amount of inevitable conflicts in coastal areas, and demonstrates the clear need of establishing a definition of them, not only physically, but also in a social, economic, ecologic and port way, in order to regulate the aggressive coastal uses and consequently to maintain their values.

The works done in this thesis can be distinguished in two blocks. In a first phase, it has been carried out an intensive bibliographic research, with the aim of analyzing the definition of the coastal areas in Spain, in the past and nowadays.

In the second part, it has been developed an analysis of the current conflicts in coastal areas and also of those that can occur in a view of future expectations, which mainly respond to the phenomenon of climate change. The study has been focused on Barceloneta beaches, in the city of Barcelona, which is a critical area because the exploitation degree and tourists affluence are maximum. Thus, the calculation and subsequent digitalization of the shoreline regression of Sant Sebastià, Sant Miquel, La Barceloneta and Somorrostro beaches has been carried out for years 2030, 2050 and 2100, based on the contribution of two components: coastal dynamic reflected in evolutionary rates of previous years, and climate change, reflected in a substantial mean sea level rise.

The obtained results have allowed concluding on which is expected to be the state of the coastal areas by the end of the century. Finally, foundations for future studies have been established, in order to fight against the effects of human activity and climate change, and avoid consequences that can become very negative, not only for the physical integrity of the coast, but also for the urban coastal population.

Índice

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	9
1.1.- INTRODUCCIÓN.....	9
1.2.- OBJETIVOS.....	10
2.- ¿QUÉ ES LA ZONA COSTERA?.....	11
2.1.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA DEFINICIÓN DE LA ZONA COSTERA EN ESPAÑA.....	11
2.1.1.- Marco histórico de la zona costera como un bien común.....	11
2.1.2.- Ley de Aguas de 1866.....	12
2.1.3.- Leyes de Puertos de 1880 y de 1928.....	13
2.1.4.- Ley de Costas 28/1969 de 28 de abril.....	14
2.1.5.- Ley de Costas 22/1988 de 28 de julio.....	15
2.1.6.- Valoración conjunta - comparativa.....	17
2.2.- DEFINICIÓN ACTUAL.....	20
2.2.1.- Definición física.....	20
2.2.1.1 <i>Dominio Público Marítimo-Terrestre</i>	21
2.2.1.2 <i>Servidumbre de protección</i>	24
2.2.1.3 <i>Servidumbre de tránsito</i>	26
2.2.1.4 <i>Servidumbre de acceso al mar</i>	27
2.2.1.5 <i>Zona de influencia</i>	27
2.2.2.- Definición socioeconómica.....	29
2.2.2.1 <i>Régimen de usos del Dominio Público Marítimo-Terrestre</i>	29
2.2.2.2 <i>Competencias</i>	34
2.2.2.3 <i>Deslinde</i>	36
2.2.3.- Definición ecológica.....	38
2.2.3.1 <i>Consideraciones generales</i>	38
2.2.3.2 <i>Ecosistemas litorales más significativos</i>	39
2.2.3.3 <i>Espacios marinos protegidos</i>	43

2.2.4.- Definición portuaria	45
2.2.4.1 Clasificación de los puertos	45
2.2.4.2 Competencias de los puertos.....	47
2.2.4.3 Dominio público portuario.....	48
2.2.4.4 Utilización del Dominio Público Portuario Estatal.....	49
3.- ANÁLISIS DE LOS CONFLICTOS FUTUROS EN LA COSTA. APLICACIÓN A LAS PLAYAS DE LA BARCELONETA (BARCELONA)	51
3.1.- INTRODUCCIÓN.....	51
3.2.- PROBLEMÁTICA DEL CAMBIO CLIMÁTICO	51
3.2.1.- Cambios observados	52
3.2.2.- Causas del cambio climático	53
3.2.3.- Proyecciones futuras.....	54
3.2.3.1 Escenarios de emisiones: RCP.....	54
3.2.3.2 Proyecciones futuras regionales: Mediterráneo	56
3.2.4.- Consecuencias del cambio climático sobre las zonas costeras.....	56
3.2.4.1 Aumento del nivel medio del mar	56
3.2.4.2 Erosión de las playas	58
3.2.4.3 Inundaciones	58
3.3.- ÁMBITO DE ESTUDIO	59
3.4.- METODOLOGÍA	61
3.4.1.- Base de trabajo	61
3.4.2.- Descripción del proceso de trabajo	63
3.5.- CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LAS PLAYAS.....	64
3.5.1.- Zonificación	64
3.5.2.- Trazado de la línea de orilla. Longitud de las playas.....	67
3.5.3.- Trazado de secciones. Ancho medio de las playas	70
3.5.4.- Características morfológicas de las playas.....	74
3.5.4.1 Documentación	74

3.5.4.2	<i>Fichas técnicas descriptivas</i>	75
3.6.-	DIGITALIZACIÓN DE LOS LÍMITES DE ZONA COSTERA.....	82
3.6.1.-	Limitaciones de usos	82
3.6.2.-	Disposición existente de la zona urbana de la Barceloneta.....	84
3.6.3.-	Análisis de la afección de los límites costeros a la Barceloneta	86
3.6.4.-	Casos singulares	89
3.6.4.1	<i>Hotel W Barcelona (Vela)</i>	90
3.6.4.2	<i>Club Atlètic Barceloneta</i>	91
3.7.-	CÁLCULO DEL RETROCESO DE LAS PLAYAS	92
3.7.1.-	Retroceso a partir de tasas de erosión conocidas	92
3.7.1.1	<i>Efectos de la dinámica costera</i>	92
3.7.1.2	<i>Documentación. Tasas de evolución</i>	93
3.7.1.3	<i>Cálculo del retroceso</i>	95
3.7.1.4	<i>Resultados</i>	96
3.7.2.-	Retroceso por el incremento del nivel medio del mar	97
3.7.2.1	<i>Proyecciones futuras. Escenario crítico</i>	97
3.7.2.2	<i>Cálculo. Regla de Bruun</i>	99
3.7.2.3	<i>Resultados</i>	100
3.7.2.4	<i>Otro efecto de la subida del nivel medio del mar: Inundaciones</i>	101
3.8.-	RESULTADOS DEL RETROCESO DE LAS PLAYAS.....	103
3.8.1.-	Resultados analíticos.....	103
3.8.2.-	Resultados digitalizados.....	104
3.8.2.1	<i>Retroceso global del ámbito de estudio</i>	104
3.8.2.2	<i>Detalle de la evolución de cada playa</i>	107
3.9.-	DISCUSIÓN GENERAL DE LOS RESULTADOS.....	110
3.9.1.-	Conclusiones sobre el retroceso obtenido	110
3.9.2.-	Peso de la contribución al retroceso de las playas	111
3.9.3.-	Consecuencias sobre la definición de la zona costera	113

4.- CONCLUSIONES FINALES	114
5.- FUTURAS LÍNEAS DE ESTUDIO	117
6.- BIBLIOGRAFÍA.....	118
6.1.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
6.2.- PORTALES DE INTERNET.....	120

Índice de figuras

Figura 1. Playa de Montjuïc (Barcelona) a mediados del siglo XIX.....	12
Figura 2. Crecimiento de las actividades económicas en la costa.	14
Figura 3. Playa del Rebollo (Alicante) en abril de 1989. Ocupación ilegal.	15
Figura 4. Construcción ilegal. Hotel en la playa de “El Algarrobico”, Almería.	16
Figura 5. Dominio público costero en España hasta 1866	18
Figura 6. Dominio público costero en España según la Ley de Aguas de 1866.....	18
Figura 7. Dominio público costero en España según las Leyes de Puertos de 1880 y 1928	18
Figura 8. Dominio público costero en España según la Ley de Costas de 1969.....	19
Figura 9. Dominio público costero en España según la Ley de Costas de 1988 actual	19
Figura 10. Playa de la Barceloneta (Barcelona). Fuente: Portal web del Ayuntamiento de Barcelona.....	21
Figura 11. Espacios marítimos sobre el derecho del mar	22
Figura 12. Mojón delimitador del DPMT.....	23
Figura 13. Esquema de la zona marítimo-terrestre, ribera del mar, servidumbres de tránsito y protección y zona de influencia, definidas por la Ley 22/1988 de Costas.	24
Figura 14. Tramo de costa con invasión de la servidumbre de protección	25
Figura 15. Servidumbre de tránsito, en la costa de Almería.....	26
Figura 16. Paseo marítimo de El Pedregal (Málaga) interrumpido.....	26
Figura 17. Separación entre áreas de dominio público y propiedad privada	28
Figura 18. Dominio público, servidumbres y limitaciones a propiedad privada.....	28
Figura 19. Usos comunes del DPMT.....	30
Figura 20. Caso de uso privativo. Chiringuito en la playa de L’Estartit, en Catalunya.	31
Figura 21. Actividades de acuicultura marina que requieren la concesión de zonas del DPMT	33
Figura 22. Restaurante en la servidumbre de tránsito en régimen de concesión. Playa de San Juan (Alicante).....	34
Figura 23. Zona costera deslindada.....	36
Figura 24. Zona costera deslindada.....	37
Figura 25. Acantilados de Roche (Conil de la Frontera, Cádiz)	40
Figura 26. Humedal costero.	40
Figura 27. Marisma de Isla Cristina, en la provincia de Huelva.....	41
Figura 28. Marisma del Parque Nacional de Doñana (Huelva), en la costa Atlántica.....	42
Figura 29. Zona dunar costera.....	43

Figura 30. Espacio protegido Illes Medes, L'Estartit (Girona)	44
Figura 31. Espacios marinos protegidos en España	44
Figura 32. Vista aérea del Puerto de Barcelona.....	47
Figura 33. Hotel W Barcelona.....	49
Figura 34. Ubicación del Hotel Vela en el Dominio	51
Figura 35. Distancia a la que el hotel Vela se encuentra.....	50
Figura 36. Cambio observado temperatura anual media en superficie entre 1901 y 2012	52
Figura 37. Cambio del nivel medio del mar entre 1901 y 2010	53
Figura 38. Cambios observados en la temperatura del aire en la superficie continental entre 1910 y 2010.....	54
Figura 39. Crecimiento del nivel medio del mar pasado y futuro.....	55
Figura 40. Síntesis de los cambios proyectados en el balance de masa en superficie en la Antártida en el año 2100.....	57
Figura 41. Contribuciones individuales para el incremento del nivel medio del mar y para el escenario RCP6.0.....	58
Figura 42. Mapa de la provincia de Barcelona dentro de España.....	60
Figura 43. Vista detallada del tramo de estudio dentro de Catalunya	60
Figura 44. Ámbito de estudio dentro de la ciudad de Barcelona.....	61
Figura 45. Mapa del ámbito de estudio compuesto por ortofotos de resolución 1:2500.....	62
Figura 46. Ámbito del barrio de la Barceloneta	65
Figura 47. Zonificación de las playas del ámbito de estudio.....	66
Figura 48. Línea de orilla, playa de Sant Sebastià	68
Figura 49. Línea de orilla, playa de Sant Miquel.....	67
Figura 50. Línea de orilla, playa de la Barceloneta.....	69
Figura 51. Línea de orilla, playa de Somorrostro.....	68
Figura 52. Distribución de la longitud de las playas en relación al total.....	69
Figura 53. Transectos trazados sobre la playa de Sant Sebastià.....	70
Figura 54. Transectos trazados sobre la playa de Sant Miquel.....	71
Figura 55. Transectos trazados sobre la playa de La Barceloneta	71
Figura 56. Transectos trazados sobre la playa de Somorrostro	72
Figura 57. Comparación del ancho medio de las playas	73
Figura 58. Representación esquemática de un perfil topográfico, con el pendiente de estrán.....	77
Figura 59. Limitaciones digitalizadas de la Ribera del Mar y de las Servidumbres de Tránsito y Protección según las Leyes de 1988 y 2013 para el ámbito de estudio.....	83
Figura 60. Disposición urbana existente. Trazo de transectos.....	85

Figura 61. Representación cartográfica de la comparación entre los límites de servidumbres de protección de 1988 y 2013 y la fachada urbana de la Barceloneta	87
Figura 62. Digitalización de las servidumbres en el entorno del Hotel Vela.....	90
Figura 63. Digitalización de las servidumbres en el entorno del Club Atlètic Barceloneta.....	91
Figura 64. Zona de acreción de la playa de Sant Sebastià	94
Figura 65. Zona de acreción de la playa de Somorrostro.....	94
Figura 66. Proyecciones del incremento del nivel medio del mar para el escenario RCP8.5	98
Figura 67. Análisis de las proyecciones del incremento del nivel medio del mar para los años 2030 y 2050.....	98
Figura 68. Modelo de Bruun.....	99
Figura 69. Simulación de la inundación del ámbito de Barcelona debido al incremento del nivel medio del mar de 1 metro	102
Figura 70. Fotografías propias del trasdós de las playas. Superiores: paseo marítimo Mare Nostrum elevado. Panorámica inferior: Plaça del Mar, al nivel de las playas	102
Figura 71. Representación cartográfica del retroceso de las playas en el año 2030.....	104
Figura 72. Representación cartográfica del retroceso de las playas en el año 2050.....	105
Figura 73. Representación cartográfica del retroceso de las playas en el año 2100.....	106
Figura 74. Digitalización de la evolución de la línea de orilla de la Playa de Sant Sebastià	107
Figura 75. Digitalización de la evolución de la línea de orilla de la playa de Sant Miquel	108
Figura 76. Digitalización de la evolución de la línea de orilla de la playa de la Barceloneta	108
Figura 77. Digitalización de la evolución de la línea de orilla de la playa de Somorrostro	109
Figura 78. Porcentajes de la contribución al retroceso, año 2030.....	111
Figura 79. Porcentajes de la contribución al retroceso, año 2050.....	112
Figura 80. Porcentajes de la contribución al retroceso, año 2100.....	112

Índice de tablas

Tabla 1. Características de la ubicación del ámbito de estudio	59
Tabla 2. Límites a nivel administrativo de las playas consideradas	64
Tabla 3. Límites físicos considerados para las playas de estudio.....	66
Tabla 4. Longitud obtenida de cada playa	69
Tabla 5. Ancho medio obtenido de cada playa	73
Tabla 6. Ficha técnica de las características morfológicas y de uso. Playa de Sant Sebastià.....	78
Tabla 7. Ficha técnica de las características morfológicas y de uso. Playa de Sant Miquel.....	79
Tabla 8. Ficha técnica de las características morfológicas y de uso. Playa de La Barceloneta ...	80
Tabla 9. Ficha técnica de las características morfológicas y de uso. Playa de Somorrostro.....	81
Tabla 10. Distancias a las que las servidumbres se encuentran de la Ribera del Mar.....	83
Tabla 11. Distancia de las servidumbres de tránsito y protección respecto a la ribera del mar	86
Tabla 12. Análisis del cumplimiento del régimen de usos para las limitaciones costeras de servidumbres de tránsito y protección	88
Tabla 13. Tasas de evolución de las playas del ámbito de estudio (Llibre Verd, 2010)	94
Tabla 14. Retroceso de las playas de la Barceloneta debido a la dinámica costera para los años 2030, 2050 y 2100	96
Tabla 15. Cambios en el nivel del mar para el escenario RCP8.5.....	97
Tabla 16. Cambios en el nivel del mar para el escenario RCP8.5. Años 2030, 2050 y 2100	98
Tabla 17. Retroceso de la línea de orilla por incremento del nivel del mar	100
Tabla 18. Comparación entre ancho de las playas y retroceso por ascenso del nivel del mar.	100
Tabla 19. Resultados del cálculo del retroceso de las playas para el año 2030.....	103
Tabla 20. Resultados del cálculo del retroceso de las playas para el año 2050.....	103
Tabla 21. Resultados del cálculo del retroceso de las playas para el año 2100.....	103
Tabla 22. Contribución al retroceso de la línea de orilla de las playas. Año 2030.....	111
Tabla 23. Contribución al retroceso de la línea de orilla de las playas. Año 2050.....	112
Tabla 24. Contribución al retroceso de la línea de orilla de las playas. Año 2100.....	112

Capítulo 1

1.- Introducción y objetivos

1.1.-Introducción

La importancia que las zonas costeras han tenido en la sociedad española ha evolucionado con el transcurso del tiempo. Así, históricamente siempre se habían considerado zonas sin ningún valor económico, en las que no se llevaban a cabo actividades constructivas ni lúdicas. Sin embargo, a partir de finales de siglo XIX se empezaron a convertir en lugares atractivos para la masa social, lo que condujo a un desplazamiento progresivo hacia el litoral con el fin de desarrollar actividades industriales, turísticas, y pesqueras.

Tanto es así que actualmente la costa es uno de los principales puntos de confluencia social del país. Por un lado, la población ve en el litoral un lugar adecuado para emplazarse, debido a sus características ambientales y físicas. Por otro lado, los organismos la conciben como un punto clave para el desarrollo de actividades de producción económica. Por estos motivos, las zonas costeras están hoy en día expuestas a un elevadísimo grado de ocupación y de explotación, lo que supone un grave peligro para su integridad física y ecológica. Además, es muy importante tener en cuenta que la costa es un ámbito muy dinámico, que está constantemente expuesto a cambios morfológicos debido a la actuación de diversos agentes como la acción humana, condiciones climáticas, dinámica del oleaje, etc.

Todo ello lleva a la necesidad de establecer una definición de la zona costera, que no implica la simple descripción del ámbito en el que se ubica, sino que se deben considerar criterios sociales, económicos y ecológicos que mantengan un cierto orden en los usos que se hacen de ella, con el fin de evitar la continua degradación que conduzca a su extinción.

Además, es importante tener en cuenta que fenómenos esperados futuros como el cambio climático, reflejado básicamente en el incremento del nivel del mar, suponen una grave amenaza para los ámbitos costeros debido a los procesos erosivos y de inundaciones que conllevarán. Por eso, es importante realizar predicciones de cuáles pueden ser las situaciones conflictivas costeras en un futuro no muy lejano, para poder posteriormente tomar decisiones que contribuyan a la conservación de estas zonas de tanto valor económico y social.

Así pues, en la presente tesina se ha efectuado una previa contextualización histórica de cómo ha evolucionado la zona costera en España con el paso del tiempo, para después describir con profundidad, y desde un punto de vista físico, socioeconómico, ecológico y portuario, la definición actual de zona costera.

Posteriormente, se ha realizado un estudio de la evolución potencial esperada de la costa durante este siglo XXI y de los conflictos que conllevará, todo en base a la actuación de agentes erosivos como son la dinámica costera y el incremento del nivel del mar.

Dicho estudio se ha focalizado en las playas del Barrio de la Barceloneta, en Barcelona, ya que se ha considerado que un análisis de un ámbito reducido permite obtener unos resultados más representativos, que después se pueden extrapolar a mayor escala a otros emplazamientos de características físicas y climáticas semejantes.

En resumen, esta tesina pretende por un lado ser un documento al cual se pueda recurrir para conocer de una manera detallada y a la vez clara todos los criterios que debe incluir la definición de la zona costera, y como éstos están desarrollados de acuerdo a la situación de la época actual. Todo ello, siempre teniendo en cuenta el carácter evolutivo y cambiante de la costa, hecho que induce inmediatamente a que su definición avance paralelamente.

Por otro lado, la tesina pretende también exponer los conflictos que conlleva actualmente la definición de la zona costera, así como también los conflictos futuros que aparecerán en dichas zonas debidos principalmente a los impactos del cambio climático y a la dinámica costera.

1.2.-Objetivos

Los objetivos generales de esta tesina son los siguientes:

- 1) Contextualizar históricamente la evolución de la importancia de las zonas costeras.
- 2) Describir detalladamente y desde un punto de vista físico, socioeconómico, ecológico y portuario la definición actual de los ámbitos costeros españoles.
- 3) Analizar los conflictos que se presentan en las zonas costeras, en función de la situación actual y en base a unas expectativas de futuro que responden básicamente al fenómeno de cambio climático.

Para conseguir estos objetivos generales, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Llevar a cabo una búsqueda bibliográfica sobre la definición de la zona costera en épocas pasadas, y sintetizar la información recopilada de forma clara y entendible.
- Representar gráficamente la evolución histórica de los criterios de definición de la zona costera mediante el software de dibujo Autocad.
- Investigar los diferentes textos legales en vigor que definen la zona costera en la actualidad y sintetizar la información encontrada.
- Analizar la situación actual y futura de las playas de Sant Sebastià, Sant Miquel, La Barceloneta y Somorrostro, de Barcelona.
- Describir la problemática del cambio climático en vistas de futuro para este siglo XXI.
- Digitalizar con el Software ArcGis la disposición actual de las limitaciones de la zona costera en las playas anteriormente citadas, y analizar su cumplimiento o no de las regulaciones de usos establecidas por la definición costera actual.
- Calcular el retroceso de la línea de orilla de las playas de la Barceloneta para los años 2030, 2050 y 2100, teniendo en cuenta la contribución del cambio climático, reflejado en la subida del nivel medio del mar, y de la dinámica y explotación de la costa, reflejado en las tasas de evolución de años pasados. Digitalizar los resultados obtenidos.

Capítulo 2

2.- ¿Qué es la zona costera?

2.1.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA DEFINICIÓN DE LA ZONA COSTERA EN ESPAÑA

2.1.1.- Marco histórico de la zona costera como un bien común

Históricamente en España, la definición y defensa de las zonas costeras se ha caracterizado por recibir una notable *despreocupación* por parte del ordenamiento jurídico, ya que eran terrenos en los que no se manifestaba tensión entre las administraciones públicas y las propiedades privadas. Esta indiferencia se debía al carácter común y al poco valor económico que estas zonas poseían, ya que tradicionalmente eran vistas como lugares inapropiados para la construcción de viviendas y otros usos.

Así pues, durante siglos estas zonas costeras recibieron la calificación impuesta por los romanos de *res communis ómnium*¹, lo que permitía su anárquica aunque infrecuente utilización e incluso su apropiación por parte de los particulares.

En efecto, el derecho romano consideraba público el uso de las orillas del mar. Estas concepciones se veían reflejadas en *Las Partidas*. En ellas, se indicaba también que se permitía incluso la construcción en la ribera del mar, siempre que no se embargara el uso común [Parada, 2011].

En una de estas *Partidas*, concretamente en la Partida III de la Ley III, se citaba literalmente: “*todas las criaturas pueden usar el mar y su ribera, pescando, navegando o haciendo lo que a su interés convenga, porque estas cosas pertenecen comunalmente a todas las criaturas*” [Parada, 2011]. Esta ley refleja claramente la indiferencia histórica hacia las delimitaciones costeras; la costa se trataba pues de una zona de servicio totalmente público, sin restricciones legales a la hora de hacer uso de ella.

Estas ideas son las que persistieron en la historia hasta finales del siglo XIX, cuando se empezaron a definir ciertos criterios delimitadores, en primer lugar atendiendo a la seguridad del terreno continental, y años más tarde con el objetivo de proteger la costa frente a la progresiva explotación a la que se vio sometida y conservar su integridad y valor paisajístico frente a la continua degradación.

¹ Término latín que significa “el bien común de todos”. Información obtenida del “Manual de Derecho Administrativo III. Bienes públicos. Urbanismo”, de Ramón Parada (2011).

2.1.2.- Ley de Aguas de 1866

Tal y como se ha citado anteriormente, a partir del siglo XIX con la Ley de Aguas de 1866, las playas y riberas del mar dejaron de ser claramente áreas comunes y se empezó a integrar el concepto de dominio público. Estas primeras delimitaciones no atendieron a unos criterios económicos, sino más bien de seguridad. Así pues, la Ley de Aguas mencionada reconocía que la función principal del mar era la de comunicar los diferentes territorios del planeta, y por lo tanto, este no pertenecía a ninguna nación en concreto. Sin embargo la misma Ley consideraba que, con el fin de garantizar la **seguridad** de cada una de las naciones, la zona marítima contigua a las playas sí debía pertenecer al territorio adjunto al mar. Los incidentes naturales que pudieran ocurrir sobre un determinado territorio debido a acciones marinas, o bien las infracciones de contrabando o inmigración que se pudieran llevar a cabo, pasarían a ser responsabilidad de dicho territorio. Así pues, el mar en general seguía formando parte de todo el mundo, aunque la zona marítima adjunta al territorio continental pasó a ser propiedad de dicho territorio o país, con el fin de garantizar la seguridad de su población [Parada, 2011].

Otro criterio importante establecido en la Ley de Aguas de 1866, es el reconocimiento de las playas como utilidades económicas. Por este motivo, se incluyeron las playas en el conjunto de bienes del Estado para el uso público, estableciendo una delimitación, que consistía en el límite máximo alcanzado por las mareas en condiciones normales. Se consideró que esta delimitación era suficiente para garantizar las actividades de navegación y pesca. Destacar que estas nuevas utilidades económicas que se otorgaron a la playa no incluyeron las actividades lúdicas y de turismo, ya que eran totalmente desconocidas en el siglo XIX. En la Figura 1, se puede observar la playa de Montjuïc en Barcelona a mediados del siglo XIX:



Figura 1. Playa de Montjuïc (Barcelona) a mediados del siglo XIX
Fuente: Portal www.fotosdebarcelona.com

Así pues, en la Ley de Aguas de 1886 se definieron dos zonas destinadas al uso o servicio público: el mar territorial y la playa, lo cual implicó la definición de sus delimitaciones físicas:

- El mar territorial o zona marítima: la definición de los límites del mar territorial tuvo que ser una cuestión compleja y de difícil solución, hasta tal punto que fue resuelta por el Derecho Internacional. Inicialmente se había fijado una franja definitoria de 6 millas mar adentro, y posteriormente, en el Proyecto de Ley de Aguas de Franquet se determinaba la anchura del mar litoral como la distancia que alcanzara un tiro de cañón. Sin embargo, el

texto definitivo estableció que la anchura del mar litoral correspondía a la *anchura determinada por el Derecho Internacional*. Según esta definición, en esta zona el Estado podía establecer los elementos de vigilancia de acuerdo a las leyes y tratados internacionales [Parada, 2011].

- Las playas: la Ley de Aguas de 1866 definió la playa como la parte de la costa que alternativamente se cubre y descubre por las aguas en el movimiento de las mareas en condiciones climáticas normales, independientemente del tipo de suelo que conformara la costa (arenales, pedregales, rocas o cualquier otro tipo de material geológico). Tal y como se explica posteriormente, ésta definición de playa es la que actualmente (según la Ley actual, Ley de Costas 22/1988) se conoce como Zona Marítimo-Terrestre, aunque en este caso el límite de la zona es el máximo alcanzado por el oleaje en caso de temporales extraordinarios. Esto indica que con el paso del tiempo se ha producido una “ampliación” física de los términos que incluyen la zona costera española.

Así pues, la Ley de Aguas de 1866 definió el límite interior de la playa (luego zona marítimo-terrestre) como la línea donde llegaban las mareas altas en climas normales o tormentas ordinarias, excluyendo la parte de tierra en la cual llegaba el oleaje en caso de temporal extraordinario [Zorio, 1989].

Esta zona de playa era variable en su extensión en función de las mareas y de las condiciones climatológicas, con lo que la Ley de 1866 consideró también parte del dominio público los terrenos unidos a las playas por accesos.

Asimismo, la propia Ley declaró que el territorio adentro a partir del límite exterior de la playa, es decir donde no llegaran las mareas ni en caso extremo de temporales, sería propiedad de los dueños de las fincas colindantes a la zona costera.

Es evidente pues, que la Ley de Aguas de 1866 supuso un cambio radical en la concepción de la costa en España. Ésta pasó de ser considerada totalmente pública y común, a quedar definida por dos delimitaciones físicas en las que se garantizaba el uso público: el mar litoral y la playa.

2.1.3.- Leyes de Puertos de 1880 y de 1928

Posterior a la Ley de Aguas de 1866, se redactó la Ley de Puertos de 1880. Cabe destacar que estas Leyes de 1866 y 1880, así como la posterior Ley de Puertos de 1928, son equivalentes en cuanto a la finalidad de regulación de la zona costera a las Leyes de Costas más actuales. Es decir, los objetivos de los textos son los mismos, pero la diferencia recae en el nombre. Tal y como se indica posteriormente, es a partir de la Ley de 1969 que se empieza a nombrar *Ley de Costas*.

En esta Ley de Puertos de 1880 se mantuvo la separación definida en el texto anterior entre el litoral marino y la playa, aunque por primera vez, el segundo término pasó a tener la denominación de “**Zona Marítimo-Terrestre**”. La principal diferencia en relación al término de “playa” definido en la Ley anterior, es que en este caso se definió el límite máximo de la zona como el que es alcanzable por la marea en caso de temporales. Esto implicaba que la zona marítimo-terrestre (antes playa) quedaba definida por la línea de marea en caso de temporales extraordinarios [Zorio, 1989].

Posteriormente, se redactó la Ley de Puertos de 1928, la cual no presentaba diferencias esenciales con respecto a la anterior, ni tampoco se oponía a lo que dictaminaba. Las definiciones fueron exactamente las mismas para esta nueva ley de Puertos. Se puede decir que a nivel práctico, ambas leyes coincidían en lo fundamental [Zorio, 1989].

Estas Leyes de Puertos pues, reflejaron la consolidación del concepto de delimitación de las zonas costeras que ya se había introducido en la Ley de Aguas de 1866, aunque dichas delimitaciones se establecieron con un criterio más amplio, abarcando dentro del término de Zona Marítimo-Terrestre el terreno donde llegaban las mareas en caso de temporales. Así pues, con el paso de los años y las modificaciones de las Leyes se reflejaba la progresiva privatización de la zona costera en España.

Cabe destacar que, a nivel administrativo, estas *Leyes de Puertos* fueron las primeras que reconocieron la posibilidad de disponer de titularidades privadas en la zona marítimo-terrestre. Ninguna de las ocupaciones privadas que se concedieron constituía un peligro para el uso público de las playas, ya que era inimaginable su valor como solar o su explotación para el turismo en aquella época. Sin embargo, des del siglo pasado, y debido al auge del turismo, el cual provocó un importante aumento del valor de las parcelas privadas de la zona costera, esa permisibilidad en relación a las propiedades privadas en la zona marítimo-terrestre se hizo muy peligrosa, ya que se produjo un proceso de apropiaciones masivas de terreno. Todo esto conllevó a la redacción de una nueva Ley de Costas en 1969.

2.1.4.- Ley de Costas 28/1969 de 28 de abril

Tal y como se ha explicado anteriormente, con el transcurso de los años, el mar y sus riberas empezaron a adquirir un importante valor económico debido a las necesidades de comercio marítimo, al incremento de las actividades de pesca, al aprovechamiento turístico de la costa y a la posibilidad de realizar cultivos marinos y explotación petrolera o minera. En la Figura 2 se puede apreciar un área portuaria donde ya eran frecuentes las actividades comerciales. Estas actividades, que hoy en día suponen una importante fuente de inversión económica, hicieron insostenibles las primeras clasificaciones de la zona costera y los riesgos de privatización que conllevaban al considerarse toda la costa de uso público, y también evidenciaron la necesidad de establecer una nueva Ley con unos nuevos criterios definitorios, delimitadores y administrativos con respecto a las leyes anteriores, con el fin de frenar la ocupación masiva.

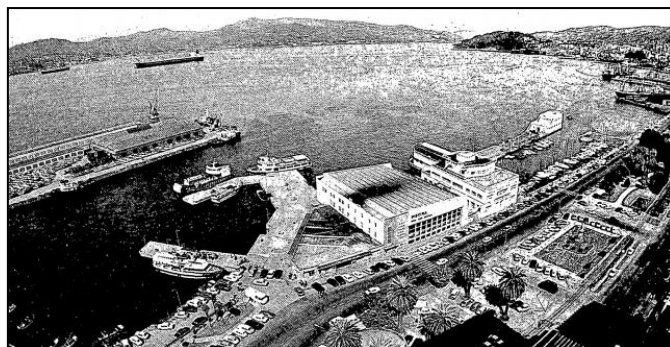


Figura 2. Crecimiento de las actividades económicas en la costa.
Fuente: Revista de Obras Públicas, nº 3284. Octubre de 1989.

Así pues, se aprobó la Ley de Costas 28/1969 el 28 de abril de 1969. En ella se volvieron a redefinir las delimitaciones de la zona marítimo-terrestre, volviendo a establecer el límite de dicha zona donde llegaban las mareas en climas ordinarios, es decir, excluyendo la parte de terreno alcanzada por los temporales extraordinarios. Asimismo, se habló por primera vez de “zona marítimo-terrestre” y “playa” como dos áreas distintas dentro de la zona costera.

Frente a las crecientes actividades económicas anteriormente citadas, esta Ley de Costas reaccionó marcando claramente cuáles eran las áreas de uso público en las zonas costeras, con el fin de evitar la privatización del terreno. Así, consideraba *bienes de dominio público estatal* la zona marítimo-terrestre, las playas, el mar territorial y los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental. La Ley impuso la propiedad únicamente pública en estas zonas, exceptuando los terrenos que se habían calificado como privados con una antigüedad de treinta o más años. Esto suponía un problema para las propiedades existentes desde un periodo inferior a esos treinta años, pues serían expropiadas. No obstante, a efectos prácticos estas medidas fracasaron y las expropiaciones previstas no se aplicaron debido al importante número de construcciones sólidas que se debían derruir.

Aunque las medidas prácticas planteadas no se llegaron a aplicar, la Ley de Costas 28/1969 fue la primera en la cual se estableció una definición clara socioeconómica además de física, frente a la necesidad de establecer los límites de uso público debido a las crecientes actividades económicas en las zonas costeras y el consecuente riesgo de privatización de éstas.

2.1.5.- Ley de Costas 22/1988 de 28 de julio

A pesar de los nuevos criterios y limitaciones físicas y socioeconómicas reflejadas en la Ley de Costas de 1969 anterior, la demanda de las zonas costeras incrementó si cabe más radicalmente desde esa fecha, de tal manera que actualmente su valor económico es muy evidente. El dominio público marítimo del Estado español está actualmente afectado e influenciado por el progresivo incremento de la población y la consiguiente explotación de la zona costera en lo que se refiere a usos turísticos, industriales, pesqueros y de transporte, lo que ha dado lugar a una creciente degradación de la costa y a su privatización en los últimos años. En la Figura 3 que se adjunta a continuación, se puede observar una zona costera de Alicante ocupada ilegalmente por viviendas en el 1989.



Figura 3. Playa del Rebollo (Alicante) en abril de 1989. Ocupación ilegal.
Fuente: Revista Investigaciones Geográficas, nº 50. “La ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre en España”

Por este motivo se redactó la *Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas* derogando lo establecido en la anterior Ley. En esta nueva Ley se definieron nuevos criterios relacionados con las propiedades de la costa frente a la masiva ocupación y explotación a la que era y es sometida, así como una nueva definición física de la misma.

Cabe destacar que esta Ley de Costas de 1988 es la que hoy en día está en vigor (modificada en el año 2013), y que por lo tanto rige todos los aspectos socioeconómicos y delimitaciones físicas que definen las áreas costeras de uso público. Lo que en ella se concreta se explica detalladamente en el siguiente *Apartado 2.2* de la presente tesina.

Solamente para contextualizar la definición de la Ley de 1988 en relación a las Leyes anteriores, es importante destacar que, a efectos socioeconómicos y administrativos, con esta nueva y hasta ahora última Ley, se pretendió establecer de una forma ya mucho más clara, definida y rígida las regulaciones sobre lo que es público y privado en la zona costera, motivadas básicamente por el incremento desmesurado de ocupación en estas zonas, y con el fin de regular dicha ocupación para evitar la degradación y la total privatización del litoral costero de España. Así pues, la Ley de Costas de 1988 no admite ningún enclave de carácter privado en las zonas de dominio público estatal, lo cual implica la expropiación de las propiedades privadas existentes en dichas zonas. En este sentido, se debe indicar que la aplicación efectiva de estas medidas de protección del litoral tampoco se ha llegado a producir en la mayor parte del territorio español, debido a las presiones sociales que conllevaba y a los intereses políticos y económicos. Un ejemplo claro es el del hotel construido en la playa de “El Algarrobico” (Figura 4), perteneciente al Parque Natural del Cabo de Gata (Almería), que a pesar de ser ilegal sigue en pie.



Figura 4. Construcción ilegal. Hotel en la playa de “El Algarrobico”, Almería.
Fuente: “El Dominio Público Marítimo-Terrestre”. M^a Carmen De Guerrero.
Universidad de Zaragoza

Así pues, se puede decir que las medidas establecidas por la Ley de Costas de 1988 han supuesto muchos conflictos, dificultades y controversias sociales. Aunque la intención de la Ley de garantizar la protección del litoral español es evidente, el número de personas afectadas y las consecuencias sociales derivadas hacen que su aplicación no lo sea tanto.

Por otro lado, y desde el punto de vista físico, cabe destacar que en esta última Ley se definió como Zona Marítimo-Terrestre la que en algún momento ha sido alcanzada por mareas ordinarias o temporales de oleaje extraordinarios, quedando la playa definida por la porción de tierra que queda detrás de este límite. Es decir, la Zona Marítimo-Terrestre se definió en base a los temporales conocidos, que ya hubieran ocurrido en el pasado.

Es importante indicar también que en esta Ley de Costas de 1988 se hizo referencia por primera vez al término Dominio Público Marítimo-Terrestre, previamente establecido por la *Constitución de 1978*, que englobaba la Zona Marítimo-Terrestre, la playa, las aguas interiores, el mar territorial y los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental, y que juntos conforman zona de servicio y uso público [Parada, 2011].

Cabe destacar finalmente que la Ley de Costas de 1988 ha sido sometida recientemente a una **Modificación** (*Ley 2/2013 de 29 de mayo de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988*)², debido a los conflictos y quejas recibidas por parte de la población y entidades privadas, alegando la dureza de las restricciones en las delimitaciones impuestas por esta ley. Así pues, la nueva modificación de 2013, suaviza los niveles de protección de la ribera marítima en beneficio de la ocupación y el desarrollo de actividades económicas. La principal medida que supone esta modificación es la reducción de la servidumbre de protección (zona posterior a la ribera del mar en la cual no se puede construir) de 100 a 20 metros, lo que permitirá regularizar una gran cantidad de viviendas situadas en dominio público a lo largo de la costa española, y que la norma de 1988 consideraba ilegales.

2.1.6.- Valoración conjunta - comparativa

Como conclusión una vez analizada la evolución histórica de la calificación de las zonas costeras en España, es importante destacar la importancia y valor económico que estas áreas han ido adquiriendo con el paso del tiempo, ya que históricamente se trataban de zonas de uso común sin ningún valor para edificar o desarrollar actividades privadas, y sin embargo actualmente consisten unos de los principales motores económicos del país, debido a las actividades turísticas, comerciales y de explotación que se desarrollan en ellas.

Cabe destacar también que, a pesar de que con el paso del tiempo se ha podido observar una importante evolución en el concepto de la zona costera, éste deberá evolucionar o ampliarse si cabe más en un futuro, debido a las condiciones climáticas esperadas. En este sentido, puede que el criterio de la Ley de Costas actual, que define el límite de la Zona Marítimo-Terrestre como el alcanzado por los temporales máximos ocurridos en el pasado, tenga que ampliarse y considerar también los temporales esperados **futuros**. Tal y como se desarrolla a lo largo de la tesina, esto se debe a las perspectivas de futuro relacionadas con el cambio climático, que supondrán un incremento sustancial del nivel medio del mar, y que consecuentemente conllevarán a una serie de riesgos para la conservación de las zonas costeras, que obligarán a tomar medidas para asegurar su protección.

A modo de conclusión, se adjuntan unas imágenes comparativas (desde la Figura 5 a la 9), que reflejan gráficamente cómo ha ido evolucionando con el tiempo el concepto del dominio público de la zona costera en España. La elaboración de los gráficos se ha hecho con el software de dibujo *Autocad*, siguiendo los criterios y definiciones expuestos por las Leyes descritas en el presente apartado.

² El 29 de mayo de 2013 Se aprueba la *Ley 2/2013 de 29 de mayo de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas*. Información obtenida del portal de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MARCO HISTÓRICO HASTA 1866

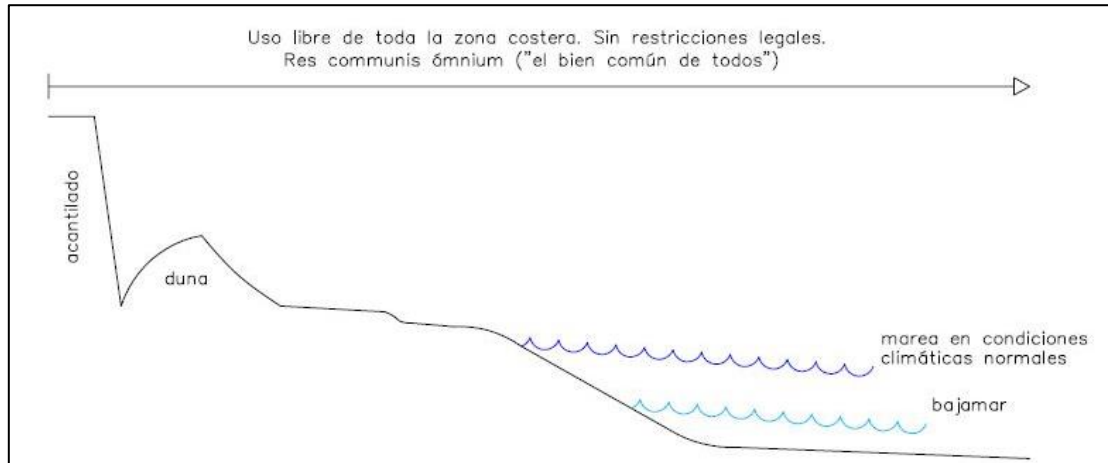


Figura 5. Dominio público costero en España hasta 1866
Fuente: Elaboración propia

LEY DE AGUAS DE 1866

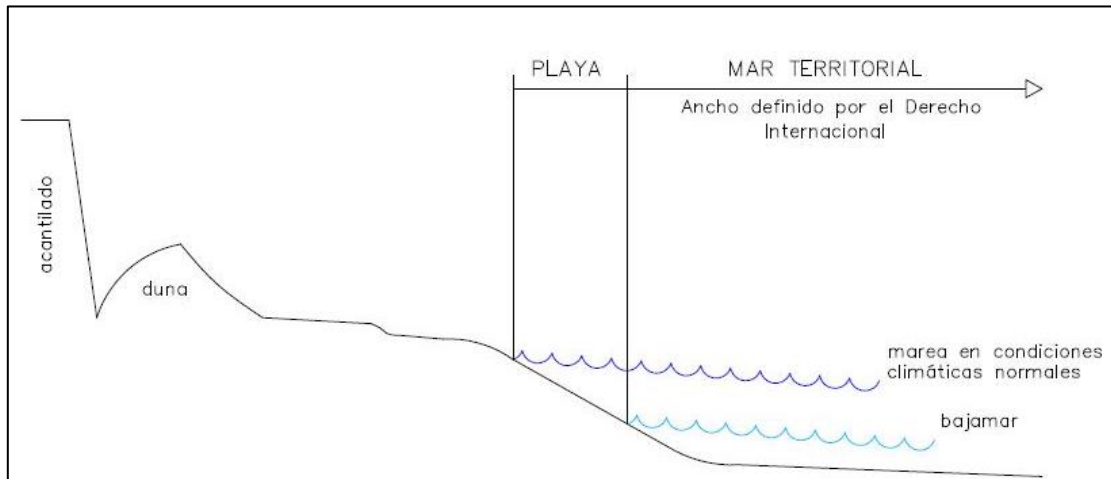


Figura 6. Dominio público costero en España según la Ley de Aguas de 1866
Fuente: Elaboración propia

LEYES DE PUERTOS DE 1880 Y 1928

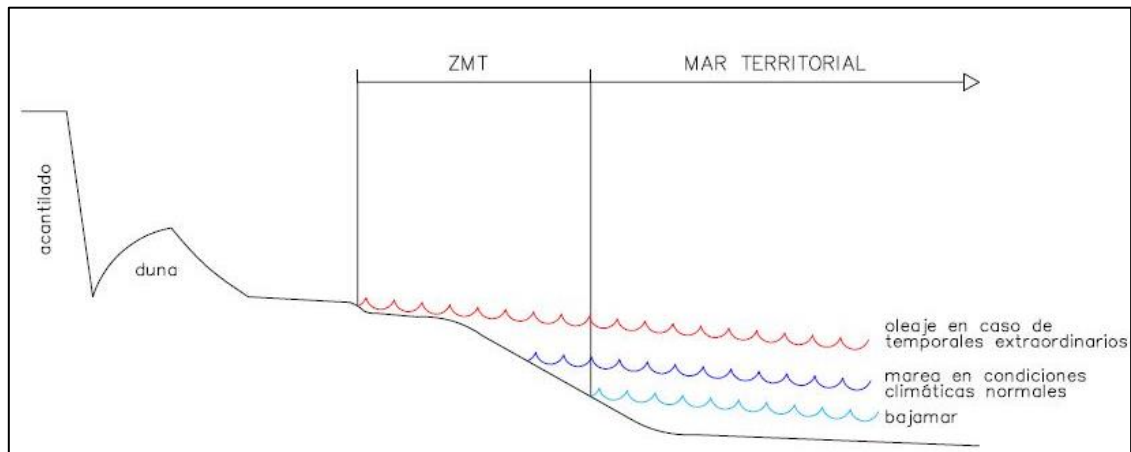


Figura 7. Dominio público costero en España según las Leyes de Puertos de 1880 y 1928
Fuente: Elaboración propia

LEY DE COSTAS DE 1969

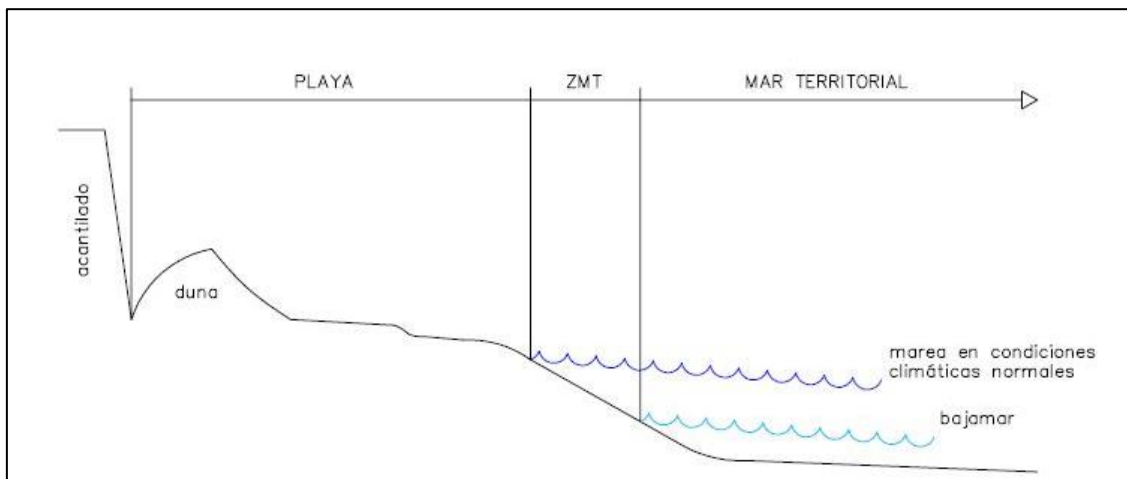


Figura 8. Dominio público costero en España según la Ley de Costas de 1969
Fuente: Elaboración propia

LEY DE COSTAS DE 1988

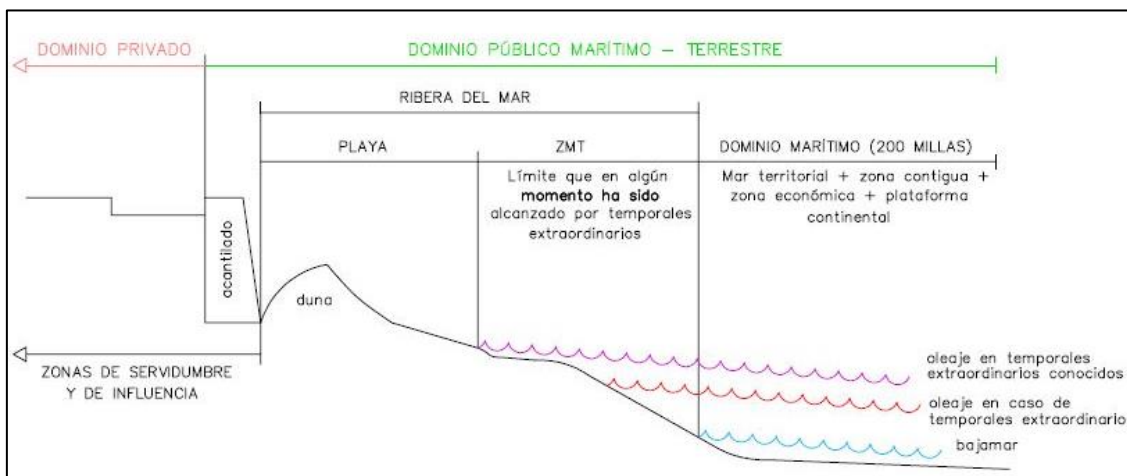


Figura 9. Dominio público costero en España según la Ley de Costas de 1988 actual
Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que, tal y como se puede observar en los gráficos, desde la Ley de Aguas de 1866 en la que se establecieron los primeros criterios delimitadores de zona de dominio público de la costa (hasta entonces toda la zona costera se consideraba de uso común debido a su escaso valor y al poco uso que se hacía de ella), se ha impuesto con el tiempo un progresivo “ensanchamiento” de dichas áreas de uso y dominio público.

Esto se debe a que en los últimos años se ha invadido de una manera agresiva el litoral español con el fin de desarrollar actividades de carácter privado y obtener un beneficio propio, lo que ha supuesto la privatización y agresión de la costa española. Esta situación ha evidenciado la necesidad de establecer estas delimitaciones de zonas de uso exclusivamente público de la costa, para garantizar así la protección de la misma frente a la total privatización y degradación a la que está sometida y para preservar sus valores ecológicos y paisajísticos.

2.2.- DEFINICIÓN ACTUAL

El litoral costero español constituye una zona de gran interés debido al valor económico y social que ha ido adquiriendo con el paso del tiempo. La población ha ido “invadiendo” progresivamente la costa con el fin de llevar a cabo actividades para el uso y disfrute propio y también de producción económica, lo que ha conducido a la necesidad de definir unos criterios para establecer un orden y proteger esta zona de especial interés natural y paisajístico frente al peligro de privatización.

Así pues, la definición de la zona costera es una tarea compleja, en la que se deben tener en cuenta no solo los factores físicos que caracterizan la zona, sino también los que afectan a las relaciones sociales y que regulan los usos que se hacen de la zona. Por eso, en el presente apartado se ha planteado la definición actual de la zona costera española desde cuatro puntos de vista: físico, socioeconómico, ecológico y portuario. De este modo se pretende abarcar todos los aspectos posibles, con el fin de poder plantear posteriormente los diferentes conflictos que la actual definición conlleva, y establecer finalmente una propuesta alternativa de definición que suavice o erradique dichos conflictos, objetivo principal de la tesina.

2.2.1.- Definición física

España es un país con una longitud de costa de aproximadamente 7880 Km [Ministerio de Medio Ambiente, 2008]. Como se ha explicado en el *Apartado 2.1*, con el paso del tiempo se ha producido de un modo progresivo un fuerte proceso de urbanización, que ha dado lugar a una utilización masiva de gran parte del litoral del país. Estos usos son hoy en día fundamentales desde el punto de vista económico, ya que permiten desarrollar actividades que aportan riqueza al país. Sin embargo, suponen una importante agresión y degradación del litoral. Así pues, es necesario establecer una protección de la costa contra las demandas a las que se ve sometida, ya que se trata de un espacio muy sensible y caracterizado por una elevada vulnerabilidad en su equilibrio físico [Ministerio de Medio Ambiente, 2008].

Esta protección parte de establecer unas delimitaciones físicas en dichas zonas costeras españolas, de modo que se garanticen unas áreas destinadas únicamente al uso y servicio público, evitando así que éstas sean invadidas por las edificaciones de entidades privadas, y consiguiendo una reducción del impacto agresivo sobre la costa. En definitiva, el objetivo de estas delimitaciones físicas es el de establecer un cierto “orden” frente al masivo crecimiento de la explotación costera que se ha producido desde el siglo pasado, permitiendo así que estas cumplan su función de dar servicio público a la población y a la vez respeten el valor ambiental del litoral costero.

En el presente apartado pues, se definen detalladamente las características y delimitaciones físicas de cada una de las zonas que conforman la costa española, y que permiten establecer una clara diferenciación entre las áreas públicas y las propiedades privadas.

2.2.1.1 Dominio Público Marítimo-Terrestre

El Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT) es propiedad del Estado español, y conforma las zonas de la costa destinadas al uso y servicio exclusivamente público. En estas zonas está prohibido desarrollar actividades o construir instalaciones de carácter privado, a menos que esté aprobado explícitamente por su órgano competente, es decir el Estado. De todas formas, los casos excepcionales hacen referencia a instalaciones que por su naturaleza no pueden tener otra ubicación, como por ejemplo los puertos.

Las zonas pertenecientes al Dominio Público Marítimo-Terrestre se describen a continuación:

1) La ribera del mar: esta zona incluye a la vez las siguientes áreas:

- Zona marítimo-terrestre: es el espacio comprendido entre la línea de bajamar escorada (momento en el que el agua del mar alcanza su menor altura), y el límite hasta donde alcanzan las olas en los mayores temporales conocidos, es decir, los extraordinarios. Esta zona se extiende por los márgenes de los ríos hasta el punto donde se haga sensible el efecto de las mareas. Se consideran también parte de la zona marítimo-terrestre los terrenos bajos que se inundan debido al flujo normal de las mareas o de las olas [Ley de Costas, 1988].

Playas: son las zonas de depósito de materiales sueltos tales como arenas o gravas, incluyendo bermas y dunas. Pueden tener o no vegetación, y han estado formadas por la acción del mar o del viento marino, u otras causas naturales o artificiales [Ley de Costas, 1988]. Se trata de un elemento de la costa muy dinámico, es decir que no tiene una anchura determinada fija. Esto se debe a que está constantemente sometida a cambios por el transporte de sedimentos que dependen de varios, factores climáticos y ambientales. En la Figura 10 se muestra la playa de la Barceloneta, en Barcelona.



Figura 10. Playa de la Barceloneta (Barcelona).
Fuente: Portal web del Ayuntamiento de Barcelona

- 2) El mar territorial:** es la franja de mar contigua y paralela a las costas continentales e insulares del Estado, situado más allá de su territorio y de sus aguas marinas interiores. Sobre las aguas, suelo y espacio aéreo del mar territorial ejerce soberanía el Estado adjunto a dichas aguas. Su extensión es de 12 millas náuticas (22,22 km) desde bajamar (ver Figura 11) a lo largo de toda la costa española [De Guerrero, 2011].

Tal y como se ha explicado en el primer apartado de la presente tesina, este concepto apareció por primera vez en la Ley de Aguas de 1866, con el fin de que el Estado contiguo a las aguas marinas se hiciese responsable de las mismas y garantizase la seguridad de su población e infraestructuras.

Así pues a efectos prácticos, el mar territorial se refiere a la porción marina que pertenece en su integridad a ese Estado por razón de ser una prolongación de su territorio en el mar. Con el fin de establecer unos criterios de seguridad nacional, el propio Estado tiene la potestad para proteger la zona de cualquier embarcación o flota extranjera, ordenar y regular el tráfico, e imponer medidas de fiscalización para prevenir infracciones aduaneras, de contrabando, de inmigración o sanitarias.

- 3) **Los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental:** estas zonas constituyen el tramo de mar hasta donde sea posible la explotación de sus recursos naturales. Ambas zonas, forman también parte del Dominio Público Marítimo-Terrestre, y son competencia del Estado adjunto al mar territorial.

La extensión de la zona económica es de 200 millas náuticas (370,4 km) desde la línea de bajamar (o 188 millas desde el límite exterior del mar territorial). De esta zona económica forma parte la franja que se conoce como la zona contigua al mar territorial, la cual la constituyen las 12 primeras millas después del mar territorial (es decir, su límite exterior se encuentra a 24 millas náuticas desde bajamar) [De Guerrero, 2011].

El límite de la plataforma continental que es competencia del Estado, queda definido hasta donde la profundidad de las aguas permita llevar a cabo la explotación y exploración de sus recursos naturales.

En la Figura 11, se puede observar de una forma gráfica las delimitaciones del mar territorial y las zonas adjuntas al mismo, y que forman parte del Dominio Público Marítimo-Terrestre:

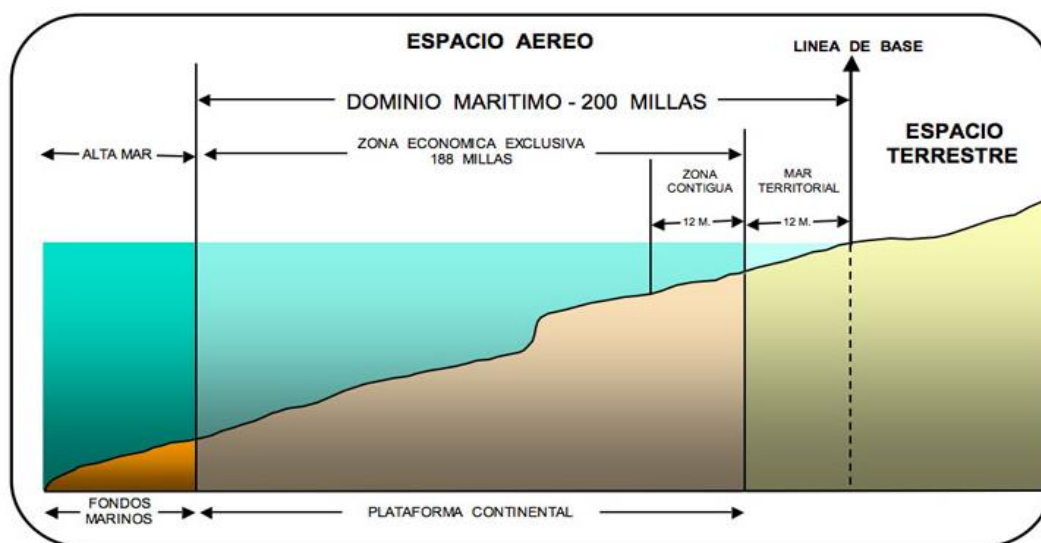


Figura 11. Espacios marítimos sobre el derecho del mar

Fuente: Imágenes de Google. Convención de las Naciones Unidas sobre derechos del mar

Como se puede observar en la imagen, además de la zona jurídica del Mar Territorial, que constituye las áreas marinas de jurisdicción nacional, existe la zona de Alta Mar. Es importante destacar que esta zona no es competencia del Estado adjunto a la zona costera, sino que todos los Estados internacionales pueden ejercer libremente actividades de navegación, pesca y sobrevuelo.

4) **Otros bienes calificados como de uso público por la Ley:** son bienes de derecho público que no son fijos en todas las zonas costeras, es decir que pueden existir o no. De todos ellos, los más representativos son los listados a continuación:

- Terrenos ganados al mar debido a la ejecución de obras.
- Terrenos invadidos por el mar.
- Acantilados que estén en contacto con el mar.
- Islotes situados en aguas interiores y en el mar territorial.
- Terrenos colindantes con la ribera del mar que pasaran a formar parte del Dominio Público Marítimo-Terrestre.
- Las obras construidas por el Estado en el dominio.
- Las obras e instalaciones de iluminación de costas y señalización marítima.
- Los puertos estatales.
- Las islas formadas por causas naturales en el mar territorial o en aguas interiores.

❖ Aspecto importante a considerar

Una vez definidas las cuatro tipologías de zonas que conforman el Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT), es importante destacar que no se debe confundir la “Ribera del mar” con el propio “Dominio Público Marítimo-Terrestre”. En ocasiones, las líneas límite de ambas zonas se solapan (cuando más allá de la ribera del mar no hay bienes de uso público), pero en muchas otras no, ya que el DPMT lo puede formar otras zonas como las que se han nombrado en el punto 4 anterior, que se pueden extender más allá de la ribera del mar.

Así pues, con el fin de diferenciar las zonas de uso público de las de propiedad privada, el Estado está obligado a delimitar con mojones el límite del DPMT (como el que se muestra en la Figura 12), con lo que es común el error de considerar que los límites para las servidumbres de tránsito y de protección (que se explican en los siguientes puntos de este apartado) se definen a partir de esta línea de mojones. En realidad, tal y como se observa en la Figura 13, las delimitaciones de dichas servidumbres se definen a partir de la Línea de la Ribera del mar, es decir después del final de la playa, y no de la línea de mojones del DPMT.



Figura 12. Mojón delimitador del DPMT
Fuente: Imágenes de Google

Esta confusión puede dar lugar a unas repercusiones administrativas polémicas, debido al alto valor económico de los territorios que rodean el mar. Si se comete el error de considerar el límite para establecer las servidumbres desde la línea de mojones del DPMT cuando éste no coincide con la línea de ribera del mar, se puede “perder” una cantidad muy importante de terrenos de un gran valor económico para el desarrollo de actividades.

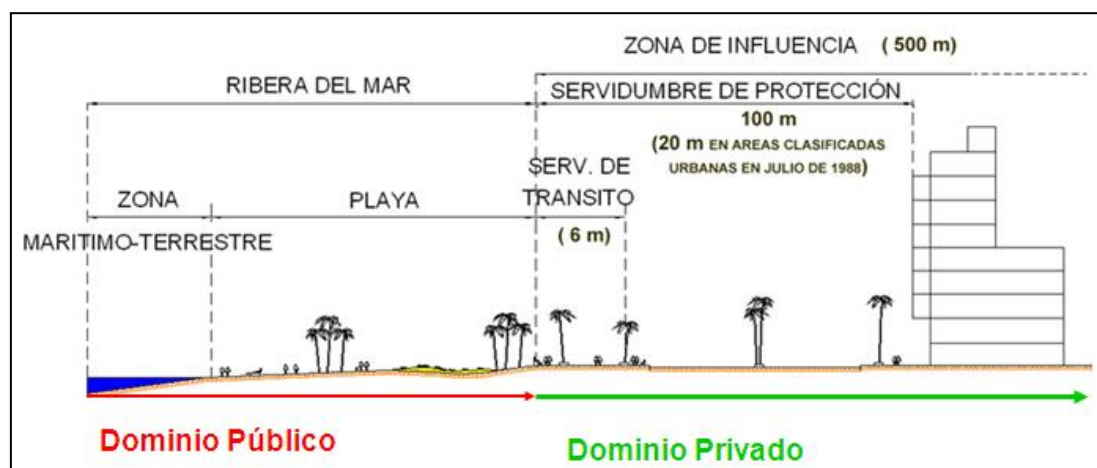


Figura 13. Esquema de la zona marítimo-terrestre, ribera del mar, servidumbres de tránsito y protección y zona de influencia, definidas por la Ley 22/1988 de Costas.
Fuente: Directrices para el tratamiento del borde costero (MAGRAMA)

2.2.1.2 Servidumbre de protección

La servidumbre de protección es la zona de dominio privado cuya principal función es la de establecer la protección de la costa. Su extensión es de 100 metros adentro desde el límite interior de la ribera del mar (ver Figura 13), aunque se puede ampliar a 200 metros en casos específicos, cuando sea necesario para asegurar la efectividad de la servidumbre. En el caso de que se trate de un terreno que ya estaba clasificado como suelo urbano cuando entró en vigor la última Ley de Costas de 1988, la extensión de esta servidumbre es de 20 metros [Ley de Costas, 1988].

Destacar que estas delimitaciones establecidas por la Ley de Costas de 1988 fueron **modificadas** en el año 2013, con motivo de la Modificación por la *Ley 2/2013 de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988 de la Ley de Costas*³. Tal y como se ha indicado en el *Apartado 2.1*, los principales motivos de esta modificación fueron los conflictos y quejas que comportaron en los últimos años la aplicación de la Ley de 1988, al verse muchas personas y entidades privadas afectadas por las restricciones que establecía dicha Ley en relación a las delimitaciones del dominio público y la propiedad privada.

Así pues, la nueva modificación impone que la servidumbre de protección tenga una extensión en general de 20 metros adentro desde la ribera del mar. Esto supone una suavización en cuanto a los niveles de protección de la costa, ya que se podrá efectuar la construcción de

³ El 29 de mayo de 2013 Se aprueba la *Ley 2/2013 de 29 de mayo de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas*. Información obtenida del portal de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

edificios o el desarrollo de actividades económicas de carácter privado a una distancia más cercana de la ribera del mar.

En la Figura 14 se puede observar una zona del litoral español con una gran ocupación, y en la cual la servidumbre de protección es invadida por edificaciones.



Figura 14. Tramo de costa con invasión de la servidumbre de protección

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

Así pues, la servidumbre de protección es una zona en la que no se permite la ejecución de construcciones, con el fin de proteger la costa frente al impacto ambiental y visual que estas producen. Concretamente, las actuaciones **no** permitidas en la servidumbre de protección son las citadas a continuación:

- Construir edificaciones destinadas a la residencia.
- Explotar o destruir yacimientos de áridos.
- Tender líneas eléctricas de alta tensión.
- Verter residuos sólidos y escombros.
- Instalar publicidad por medio de carteles.

Sin embargo, algunas actividades pueden ser autorizadas por razones de utilidad pública, aunque estas deben estar debidamente acreditadas. Además, en dichas zonas sí se puede realizar el depósito temporal de objetos arrojados por el mar, así como realizar operaciones de salvamento marítimo o establecer diferentes instalaciones deportivas descubiertas [Ley de Costas, 1988].

Además, se permite la ejecución de actividades con valor ecológico que solo se pueden realizar en esta zona, tales como cultivos marinos o plantaciones, pero sin perjudicar las instalaciones de la servidumbre de tránsito (que se describe seguidamente) [Ley de Costas, 1988]. Las actividades ecológicas que se permiten desarrollar en esta zona se describen detalladamente en el *Apartado 2.2.3*.

2.2.1.3 Servidumbre de tránsito

El objetivo de la servidumbre de tránsito es el de permitir la libre circulación de los ciudadanos a lo largo de la costa (ver Figura 15). La zona queda definida por una franja de 6 metros de ancho medidos tierra adentro desde el límite interior de la ribera del mar (se puede decir que la servidumbre de tránsito queda dentro de la servidumbre de protección). En lugares de tránsito difícil o peligroso, la anchura puede ampliarse en lo que sea necesario, pero hasta un máximo de 20 metros [Ley de Costas, 1988].



Figura 15. Servidumbre de tránsito, en la costa de Almería
Fuente: Wikipedia

Esta zona debe quedar totalmente dedicada al paso público peatonal y a la circulación de vehículos de salvamento y vigilancia, exceptuando los espacios especialmente protegidos. Puede ser ocupada excepcionalmente por obras a realizar en el Dominio Público Marítimo-Terrestre, aunque se debe sustituir la zona de paso por una nueva en condiciones similares [Ley de Costas, 1988].

Generalmente y en la mayor parte del litoral español, las servidumbres de tránsito están destinadas a la construcción de **paseos marítimos**, que son espacios públicos litorales en muchos casos ampliamente urbanizados que establecen la conexión entre el ámbito urbano y el mar. En la mayor parte de los casos ofrecen accesos a la zona de playa a la vez que espacios para el paso peatonal. Sin embargo, cabe destacar que se han dado casos de ocupación de paseos marítimos para realizar servicios de otra índole (como el caso que se muestra en la Figura 16), hecho que se ha convertido en una fuente generadora de conflictos.



Figura 16. Paseo marítimo de El Pedregal (Málaga) interrumpido
Fuente: Web de "la opinión de Málaga", 2013.

Los paseos marítimos se incluyen dentro del concepto más actualizado de **áreas de protección del litoral**, los cuales no se integran solamente en la servidumbre de tránsito, sino también en parte de la de protección. Estos "nuevos" espacios son más completos, y buscan satisfacer las

exigentes demandas lúdicas de la ciudadanía a la vez que resultar más compatibles, desde el punto de vista físico y paisajístico, con el entorno en el que se encuentran. Este concepto ha surgido para sustituir las ocupaciones de edificios existentes incompatibles con la Ley por espacios públicos abiertos, donde solo se pueden colocar instalaciones y equipamiento público destinado a los usuarios de la costa [Ministerio de Medio Ambiente, 2008].

Así pues, las áreas de protección del litoral son espacios de ocio situados en el borde costero, fuera de la ribera del mar, y su finalidad es la de acercar el mar al usuario, a la vez que garantizar la protección de la costa. Incluyen zonas verdes y áreas de descanso que facilitan su integridad en el medio. Para el borde costero, suponen un elemento que da estabilidad a la playa, ya que evitan el impacto ambiental agresivo producido por una ocupación inadecuada de la servidumbre. Además, proporcionan al litoral una mayor flexibilidad en cuanto a las respuestas frente a las acciones que la afectan y modelan, como la posible elevación del nivel medio del mar debido al cambio climático [Ministerio de Medio Ambiente, 2008].

2.2.1.4 Servidumbre de acceso al mar

El objetivo de esta servidumbre es el de garantizar el acceso público y gratuito al mar. A diferencia de las otras servidumbres, esta no se dispone paralelamente al mar, sino que se localiza en varios puntos a lo largo de la costa.

Con el fin de asegurar el uso público del Dominio Público Marítimo-Terrestre, el número de aparcamientos fuera del mismo y de accesos al mar debe ser el necesario. Así, en zonas urbanas y urbanizables, los accesos de tráfico rodado deben tener una separación máxima entre sí de 500 metros, mientras que dicha separación para accesos peatonales es de 200 metros⁴ [Ley de Costas, 1989].

2.2.1.5 Zona de influencia

La zona de influencia constituye una franja como mínimo de 500 metros adentro desde el límite interior de la ribera del mar [Ley de costas, 1989]. Es decir, las servidumbres de tránsito y protección quedan dentro de esta zona de influencia.

Aunque posterior al fin de la servidumbre de protección está permitida la construcción, la ordenación territorial y urbanística de la zona de influencia se debe realizar respetando la protección del Dominio Público Marítimo-Terrestre, es decir, que las edificaciones no deben afectar al desarrollo normal de las actividades de carácter público que se realiza en dicho dominio. En tramos con playa y accesos de tráfico rodado, el suelo existente debe estar reservado a aparcamiento de vehículos.

Además, las construcciones que se realicen deben estar adaptadas al entorno, evitando que se creen pantallas arquitectónicas o acumulación de volúmenes, y se debe establecer un control en la densidad de edificación, ya que esta no puede ser superior a la media del suelo urbanizable en el término municipal en que se halle [Ley de Costas, 1988].

⁴ Información obtenida de la Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas.

❖ Separación entre el dominio público y el privado

Una vez definidas todas las zonas que conforman la zona costera del litoral español, a modo de resumen es importante remarcar que el objetivo principal de esta división en zonas es la regulación de los usos de la costa, ya que sin un control, el litoral de España estaría constantemente sometido a una agresión física y a la total privatización, debido a la explotación que se ejerce sobre esta.

Cabe destacar como zonas de uso público las incluidas en el Dominio Público Marítimo-Terrestre, y las de uso privado (aunque respetando el entorno costero y las funciones para las cuales están establecidas cada una de ellas) las servidumbres y la zona de influencia. En la Figura 17, se puede observar dicha separación entre zonas de dominio público y privado:



Figura 17. Separación entre áreas de dominio público y propiedad privada
Fuente: Portal web <http://www.gestion-calidad.com/normativa-agua.html>

Finalmente, se adjunta también a modo de resumen otra imagen (Figura 18) sobre la delimitación de las áreas costeras, en la se refleja gráficamente algunas de las posibles actividades que se pueden desempeñar en la servidumbre de protección. Es importante destacar la imposibilidad de edificar en ella con el fin de ejercer la servidumbre de protección visual y ambiental de las zonas públicas costeras.

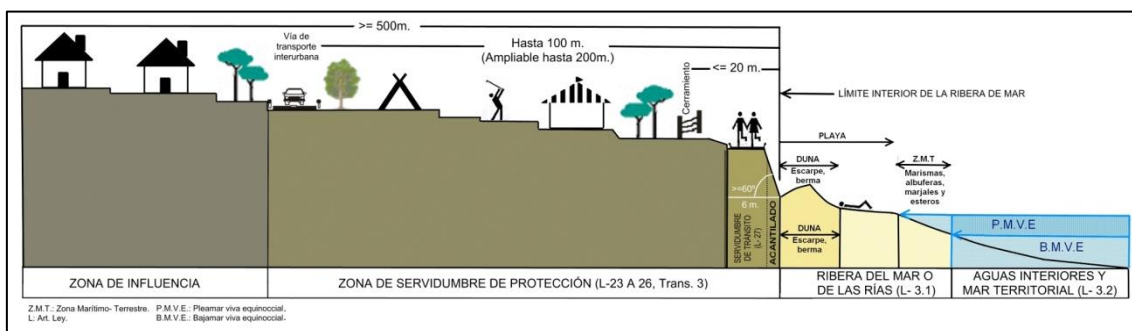


Figura 18. Dominio público, servidumbres y limitaciones a propiedad privada
Fuente: Portal web de la Junta de Andalucía

2.2.2.- Definición socioeconómica

La definición de la zona costera no solamente implica sus delimitaciones físicas sobre lo que es público y lo que es privado. Tiene la misma importancia el hecho de establecer las regulaciones de los usos que se pueden llevar a cabo en la zona de dominio público delimitada, así como definir los órganos competentes que controlan la ejecución de las directrices establecidas y la imposición de sanciones en caso de que estas no se respeten.

Así pues, en el presente apartado se refleja la definición de la zona costera española desde este punto de vista socioeconómico, que es el que permite conocer cómo se gestiona el uso de los ámbitos considerados de dominio público (Dominio Público Marítimo-Terrestre) y de dominio privado (servidumbres y zona de influencia).

2.2.2.1 Régimen de usos del Dominio Público Marítimo-Terrestre

La espectacular revalorización económica de las zonas costeras en los últimos años ha hecho que la delimitación de la zona de dominio público y la propiedad privada sea una tarea de mucha dificultad y conlleve una problemática especial. Más complicado que establecer las delimitaciones físicas es definir las regulaciones referentes a los usos y actividades que se pueden desarrollar en ellas. Hay que tener en cuenta que la prohibición de llevar a cabo actividades de carácter privado en la zona de dominio público, ha dado lugar a numerosos conflictos sociales debido al desacuerdo de la población y entidades privadas afectadas con la normativa establecida.

Así pues, es obvio que a nivel físico, se pueden establecer unos límites definitorios de cada zona, pero en la práctica es complicado definir los regímenes de uso de las zonas consideradas de dominio público.

- **Régimen de usos generales**

La amplitud conceptual de los bienes marítimos considerados de uso público y la consiguiente variedad de dependencias que comprenden, dan lugar a una amplia posibilidad de usos del Dominio Público Marítimo Terrestre. Aunque hay algunos que disponen de su propia regulación como la pesca o la navegación, en este punto se definen los aprovechamientos más genéricos y que se apoyan en la utilización física de las zonas costeras de dominio público.

Estos usos genéricos se diferencian entre los usos directos que la propia Administración hace del dominio para sus servicios públicos, los usos comunes generales que efectúa la población, los usos especiales, y las utilidades privativas, que como se verá más adelante requieren tramitaciones administrativas y burocráticas específicas.

Se describen a continuación, los usos del Dominio Público Marítimo-Terrestre anteriormente citados:

- 1) Usos directos de la Administración: se consideran los espacios costeros destinados al uso por parte de la Administración los *puertos, bases, estaciones, arsenales e*

*instalaciones navales de carácter militar y zonas militares portuarias*⁵. Además, dicha institución puede tener una disposición exclusiva del Dominio Público Marítimo-Terrestre en casos de catástrofes o necesidades, urgencias o anomalías especiales.

Asimismo, la Administración del Estado también puede llevar a cabo la utilización parcial o total de determinadas zonas del Dominio Público Marítimo-Terrestre para asegurar el cumplimiento de fines de su competencia, tales como la realización de estudios, investigaciones, obras, instalaciones o servicios. No obstante, la posibilidad de ejercer dichos usos pasa por el establecimiento de **reservas** de las zonas. La duración de estas reservas se limita al tiempo necesario para el cumplimiento de los fines previstos [Parada, 2011].

Cabe destacar que, tal y como se explica detalladamente en el siguiente *Apartado 2.2.2.2*, el Dominio Público Marítimo-Terrestre es titularidad del Estado español. A pesar de ello, existe la posibilidad de realizar la **adscripción** de bienes del dominio a las Comunidades Autónomas, con el fin de que éstas puedan construir puertos, vías de transporte de su titularidad u otras instalaciones [Parada, 2011].

- 2) Usos comunes: estos usos, que van en beneficio de los particulares, se rigen por los principios de libertad e igualdad, y son totalmente gratuitos. Así pues, se considera que la utilización del Dominio Público Marítimo-Terrestre, y en concreto del mar y su ribera es libre, pública y gratuita para aquellos usos acordes a la naturaleza de la zona. Estos usos son tales como pescar, descansar, bañarse, navegar, pasear, embarcar, entre otros de características semejantes, que no requieran obras e instalaciones de ningún tipo [Parada, 2011]. Un ejemplo se muestra en la siguiente Figura 19:



Figura 19. Usos comunes del DPMT
Fuente: Imágenes de Google

Es importante destacar que, a pesar de esta libertad en el uso del mar, pueden aplicarse limitaciones específicas en cada municipio. Las Ordenanzas Municipales Costeras (existen las Ordenanzas Costeras y las Portuarias) tienen el poder de regular determinadas normas de conducta en las playas, lo que supone limitar estos usos comunes [De Guerrero, 2011].

⁵ Definición del artículo 12 de *la Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos y de la Marina Mercante*. Información obtenida del “Manual de Derecho Administrativo III. Bienes Públicos. Urbanismo”, de Ramón Parada.

De hecho, varios Ayuntamientos costeros han aprobado ordenanzas de uso y disfrute de las playas. Por ejemplo, la Ordenanza cívica de Barcelona prohíbe actividades como dormir en las playas, bañarse con jabón o consumir bebidas alcohólicas en vasos de vidrio. Asimismo, la Ordenanza de Málaga prohíbe la utilización de aparatos que emitan ruidos que puedan producir molestias a los demás usuarios, como instrumentos musicales [De Guerrero, 2011].

- 3) Usos comunes especiales: estos usos hacen referencia a los que son de especial peligrosidad, intensidad o rentabilidad, y a los que requieren la ejecución de obras e instalaciones que no pueden tener otra ubicación que en el Dominio Público Marítimo-terrestre [Parada, 2011]. Es el caso por ejemplo, de actividades de pesca especializada. En estos casos, solo se pueden realizar las actuaciones previstas con previa **autorización** o **concesión** (términos que se desarrollan posteriormente en este mismo apartado) por parte del órgano competente.

Este tipo de usos están sujetos a unas condiciones muy estrictas. Así pues, el titular del derecho a la ocupación para llevar a cabo estos usos especiales es el máximo responsable de los daños que puedan ocasionar las obras y actividades al dominio público y al privado.

- 4) Usos privativos: son los que implican la ocupación de una porción del Dominio Público Marítimo-Terrestre de modo que se limita o excluye la utilización por los demás interesados en adquirir dicho uso [Parada, 2011]. El ejemplo más claro de uso privativo se refleja en los chiringuitos de playa (Figura 20).



Figura 20. Caso de uso privativo. Chiringuito en la playa de L'Estartit, en Catalunya.
Fuente: Portal web del Ayuntamiento de L'Estartit

Los usos privativos requieren, como los usos comunes especiales, autorización o concesión para poder ser llevados a cabo. Ambos términos se describen y diferencian seguidamente.

- **Autorizaciones**

La autorización es el trámite administrativo requerido para realizar aquellas actividades en el Dominio Público Marítimo-Terrestre que son consideraras, según cada caso concreto, como “usos comunes especiales” o como “usos privativos”.

Así pues, por un lado se puede tratar de actividades que, aunque no impliquen obras o instalaciones de ningún tipo, tienen unas características especiales de intensidad o peligrosidad [Ley de Costas, 1989]. Son aquellas **no** acordes con los usos comunes de la zona costera, tales como pasear, bañarse o navegar, es decir las que suponen un riesgo para la integridad de las personas o bienes, y aquellas en las que el uso del Dominio Público Marítimo-Terrestre es un factor determinante para la rentabilidad económica de la actividad. Son ejemplos la extracción de áridos y dragados, los vertidos tanto líquidos como sólidos, o la pesca como actividad profesional.

Por otro lado, también es sujeta a autorización la actividad de ocupación del dominio con instalaciones desmontables. Se trata de obras puntuales, que tienen una **ocupación temporal** de la zona de Dominio Público Marítimo-Terrestre. Concretamente, se requiere autorización para la instalación desmontable cuando el plazo de ocupación es inferior a cuatro años⁶ (para ocupaciones de mayor duración, se precisan las concesiones administrativas). El caso más claro es el de los chiringuitos de playa para las temporadas estivales.

Las autorizaciones pueden ser revocadas unilateralmente por la Administración y sin derecho a indemnización, cuando resulten incompatibles con una normativa aprobada con posterioridad o produzcan daños en el dominio público. Extinguida la autorización, el titular debe retirar las instalaciones correspondientes en los plazos establecidos [Parada, 2011].

- **Concesiones**

La concesión administrativa es el título requerido para poder ocupar los bienes del Dominio Público Marítimo-Terrestre estatal con obras o instalaciones no desmontables, es decir fijas [Ley de Costas, 1989]. Así pues, el concesionario tiene derecho al uso privativo de los bienes que le son concedidos.

Las actividades que requieren concesión son las que desempeñan una función o servicio que por sus características, requieren la ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre. Ejemplos de estas actividades son los puertos deportivos o los cultivos marinos, también conocidos como acuicultura marina (ver Figura 21). Se trata de una nueva actividad que tiene por objeto la producción de especies marinas, incrementando por obra humana los rendimientos naturales del medio.

Las concesiones se otorgan para plazos máximos de duración que en ningún caso pueden sobrepasar los setenta y cinco años⁷. Los plazos se establecen en función de los usos a que las concesiones vayan destinadas.

⁶ Según el Artículo 52.4 de la *Ley de 22/1988, de 28 de Julio, de Costas original*, el plazo límite de ocupación para recibir autorización era de **un año**. La Modificación de 2013 de esta Ley (*Ley 2/2013 de 29 de mayo de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas*), impone que el plazo pasa a ser de cuatro años.

⁷ Según el Artículo 66.2 de la *Ley de 22/1988. De 28 de Julio, de Costas original*, el plazo máximo de duración de una concesión administrativa era de **treinta años**. La Modificación de 2013 de esta Ley (*Ley 2/2013 de 29 de mayo de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas*), amplía el plazo máximo de concesión a setenta y cinco años.



Figura 21. Actividades de acuicultura marina que requieren la concesión de zonas del DPMT
Fuente: www.ambientum.com

Así pues, los concesionarios de los bienes del dominio público están capacitados para hacer un uso privativo de dichos bienes, es decir, que quedan excluidas de su utilización las otras entidades o propiedades que aspiraban a su concesión, así como los usuarios públicos.

- **Régimen de utilización de playas**

De los aproximadamente 7.880 kilómetros de costa que tiene España, el 24% corresponden a playas, con un patrimonio público de unas 13.560 hectáreas⁸. Es evidente que, debido a la gran proporción de área de dominio público que suponen, y a pesar de la existencia de la regulación general para el Dominio Público Marítimo-Terrestre, las playas tienen una regulación específica acerca de los usos y aprovechamientos que se pueden realizar en ella. En este punto pues, se resumen los criterios más notorios de dichas regulaciones.

Destacar primero que las playas **no** son de carácter ni uso privado, y las instalaciones que en ellas se permiten, ya sea por autorizaciones o concesiones, deben ser de acceso público libre. Asimismo, las edificaciones pertenecientes a los cuerpos del servicio de playa deben estar ubicadas fuera de ella [Ley de Costas, 1988].

Otra regulación importante a destacar, es que las concesiones y autorizaciones de ocupación del dominio público y en concreto de las playas por establecimientos destinados al servicio de hostelería de los usuarios, es decir por chiringuitos, deben cumplir unos criterios específicos en cuanto a las dimensiones y distancias de ocupación. Así por ejemplo, se debe dejar siempre libre una franja de seis metros como mínimo desde la línea de máximo alcance de las olas. Además, las canalizaciones de servicios hacia los mismos deben ser subterráneas, y los sistemas de saneamiento deben garantizar una eficaz evacuación de las aguas residuales [Ley de Costas, 1988].

Es importante destacar finalmente que no están permitidos en las playas los tendidos aéreos paralelos a la costa, ni el estacionamiento y la circulación no autorizada de vehículos, así como la instalación de tiendas de campaña. En las zonas de baño balizadas está prohibida la navegación y la utilización de cualquier tipo de embarcación [Ley de Costas, 1988].

⁸ Datos obtenidos del portal del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

2.2.2.2 Competencias

Se definen en este punto los órganos competentes para las áreas delimitadas en la zona costera española, así como los derechos de ejecución que tienen sobre dichas áreas. A modo general, se puede decir que las zonas de la costa de dominio público son competencia de la Administración del Estado, mientras que las zonas de dominio privado (servidumbres y zona de influencia), son competencia de los gobiernos de cada Comunidad Autónoma.

- **Competencias de la Administración del Estado**

Como punto principal, destacar que sobre el Estado español recae la responsabilidad y la competencia de todo el Dominio Público Marítimo-Terrestre. Se citan a continuación las potestades de la Administración en este sentido y ámbito [Ley de Costas, 1988]:

- Realizar el deslinde (se describe en el siguiente apartado de esta definición socioeconómica) de los bienes del Dominio Público Marítimo-Terrestre, y la correspondiente adquisición o expropiación de terrenos para incluirlos en el dominio.
- Gestionar el DPMT, lo que implica otorgar concesiones y autorizaciones para su ocupación y aprovechamiento, así como también autorizaciones para la ocupación de la servidumbre de tránsito (como en el caso de la Figura 22) y accesos al mar.



Figura 22. Restaurante en la servidumbre de tránsito en régimen de concesión. Playa de San Juan (Alicante)
Fuente: Revista Investigaciones Geográficas, nº 50. “La ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre en España”

- Ejecutar las obras de interés general (protección del DPMT, accesos al mar, iluminación o regeneración de playas). Para llevarlas a cabo se debe solicitar un informe a la Comunidad Autónoma y al Ayuntamiento de la localidad. En caso de darse una disconformidad, se recurre al Ministerio de Medio Ambiente, y éste debe decidir si la actuación se lleva a cabo o no.
- Realizar actuaciones en las playas para garantizar la estabilidad de las mismas.
- Aprobar, en acuerdo con la Comunidad Autónoma y el Ayuntamiento Municipal, la extensión de la servidumbre de protección hasta un máximo de 200 metros para garantizar la efectividad de dicha servidumbre.
- Vigilar el DPMT y sus servidumbres, es decir, controlar el cumplimiento de las condiciones de las concesiones o autorizaciones otorgadas.
- Ejecutar la iluminación de costas y la instalación de señales marítimas.

- Emitir informes sobre planes y normas de ordenación territorial o urbanística, planes y autorizaciones de vertidos contaminantes al mar desde tierra, proyectos de construcción de nuevos puertos y vías de transporte, y declaraciones de zonas de interés para cultivos marinos.

- **Competencias de las Comunidades Autónomas**

Las responsabilidades y competencias de las áreas de dominio privado de las zonas costeras españolas recaen sobre los gobiernos de cada Comunidad Autónoma. Éstos deben encargarse de controlar la regulación de la normativa establecida en las servidumbres, es decir, asegurar de que se respeten sus funcionalidades. Así pues, los usos permitidos en las zonas de servidumbre estarán sujetos a la autorización de la Comunidad Autónoma correspondiente. Las obras realizadas en zonas de servidumbre sin esta autorización, se consideran ilegales. .

Es importante destacar que la función de liberar las servidumbres de tránsito y protección, y, en su caso si eso es lo que procede, la de sustituir las edificaciones e instalaciones no ajustadas a la Ley de Costas por otras acordes con ella, debe ser abordada conjuntamente por los Ayuntamientos Municipales y las Comunidades Autónomas, a través de los instrumentos de planeamiento territorial y urbanístico. Así, estos órganos deben enviar, posterior a una aprobación inicial, el contenido del proyecto previsto a la Administración del Estado, para que se pronuncie sobre el mismo mediante informe en un plazo máximo de dos meses⁹. Si este informe es desfavorable, se abre un período de consultas con el fin de llegar a un acuerdo. Todo esto indica que para llevar a cabo actuaciones en el ámbito costero, es imprescindible que la Administración del Estado i el Gobierno de las Comunidades Autónomas se coordinen y lleguen a un acuerdo en relación a los términos y las magnitudes de las acciones a realizar.

Además, se debe indicar que las Comunidades Autónomas tienen potestades sobre los puertos existentes en ellas [Ley de Costas, 1988]. Tal y como se define en el *Apartado 2.2.4*, las competencias sobre los puertos españoles recaen en unos aspectos sobre la Administración del Estado y en otros sobre el gobierno de la Comunidad Autónoma en la que se ubican.

- **Competencias municipales**

Las competencias de los Ayuntamientos de cada municipio quedan expuestas en los términos legales de la legislación de las Comunidades Autónomas. Destacan las siguientes potestades [Ley de Costas, 1988]:

- Informar los deslindes del Dominio Público Marítimo-Terrestres.
- Informar las solicitudes de reservas, concesiones y autorizaciones para la ocupación y aprovechamiento del Dominio Público Marítimo-Terrestre.
- Explotar los servicios de temporada que puedan establecerse en las playas.
- Mantener las playas y las áreas públicas de baño en las debidas condiciones de higiene y limpieza, así como vigilar el cumplimiento de las normas establecidas por la Administración del Estado sobre seguridad.

⁹ Información obtenida del Artículo 117 de la *Ley de 22/1988, de 28 de Julio, de Costas*.

2.2.2.3 Deslinde

El deslinde es el acto material de delimitación de la superficie física de una finca, lo cual permite su adecuada separación respecto de las colindantes [Ministerio de Medio Ambiente, 2014]. Así pues, en el contexto de la zona costera tratado en esta tesina, el deslinde del Dominio Público Marítimo-Terrestre consiste en establecer una línea que determina el límite entre la zona de carácter público, es decir, el mar y sus playas, y el terreno interior de dominio privado, susceptible de pertenecer y ser gestionado por particulares [Ministerio de Medio Ambiente, 2014]. En la Figura 23 se muestra un ejemplo de zona deslindada.



Figura 23. Zona costera deslindada
Fuente: M^a Carmen de Guerrero. Universidad de Zaragoza

Esta delimitación se establece físicamente con mojones, como el mostrado en la Figura 12 del *Apartado 2.2.1*. Por eso, la práctica del deslinde es conocida también como amojonamiento.

La realización del deslinde de la zona costera corresponde al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, que lo ejerce a través de las delegaciones provinciales de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. Así pues, la Administración del Estado tiene el derecho de investigar la situación de los bienes pertenecientes al dominio público, y en función de los resultados de dicha investigación, realizar el deslinde y las correspondiente expropiación o recuperación de bienes [Ley de Costas, 1988].

La práctica del deslinde se puede iniciar por el deber u oficio de la Administración, pero también por iniciativa de cualquier persona que esté interesada. En este último caso, se debe solicitar a la propia Administración que realice el deslinde correspondiente, y en caso de que se apruebe, el interesado debe abonar unas tasas específicas por metro lineal deslindado, dependiendo de si el deslinde es nuevo (6,97 euros/metro), provisional (2,38 euros/metro) o se modifica un deslinde ya existente (1,32 euros/metro)¹⁰.

Como dominio público, el terreno delimitado en el deslinde realizado no puede ser ocupado sin autorización. La ocupación solamente se permite para aquellos elementos de interés público que por su naturaleza no pueden tener otra ocupación, como es el caso de los puertos [Ley de Costas, 1988].

Esta práctica del deslinde ha sido origen de un gran número de conflictos sociales, ya que se han visto afectadas muchas propiedades de particulares que según Ley, deben ser

¹⁰ Datos obtenidos del portal del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

expropiadas, es decir que sus propietarios pierden el derecho a propiedad sobre ellas al pasar a ser de dominio público. El problema está en que muchas de estas propiedades se establecieron de forma totalmente legítima en el dominio público antes de que la última Ley entrara en vigor, lo que hace que actualmente formen parte del dominio público cuando antes tenían carácter privado.

La resolución por la que se aprueba un deslinde declara que el terreno deslindado pasa a ser posesión y titularidad del Estado. Así pues, el deslinde aprobado permite a la Administración rectificar las situaciones contradictorias con el mismo y proceder al ingreso de los bienes públicos al Registro de la Propiedad. Los titulares afectados pueden ejercitar acciones en defensa de sus derechos [Ministerio de Medio Ambiente, 2014].

En el deslinde realizado se debe reflejar con precisión el límite interior del Dominio Público Marítimo-Terrestre, así como el de la ribera del mar cuando no coincida con éste, hecho importante para definir las servidumbres. En “papel” el deslinde se define mediante planos, y a la práctica, tal y como se ha indicado anteriormente, con el amojonamiento mediante hitos, mojones o señales que permitan la identificación visual de la línea perimetral del deslinde.

Cabe destacar que no todo el litoral español se encuentra deslindado, lo que se debe a las controversias sociales que ha generado la aprobación de este derecho al deslinde. Por un lado los turistas han presionado para evitar demoliciones, y por el otro las Comunidades Autónomas exigen más competencias en cuanto a deslindes. Además, la propia Administración se ha mostrado tímida a la hora de ejecutar las demoliciones previstas.

A pesar de ello, a partir del 2004 se produjo una importante aceleración en el proceso de deslinde, hasta el punto de que en 2011 se llegó a completar el 95% (ver Figura 24). Aun así, el deslinde puede ser actualizado, lo que conlleva a la elaboración del mismo desde el principio del proceso. Así pues, en los últimos años se han producido varias rectificaciones. Es importante indicar finalmente que el porcentaje de tramos de costa deslindada es diferente según la región [De Guerrero, 2011].

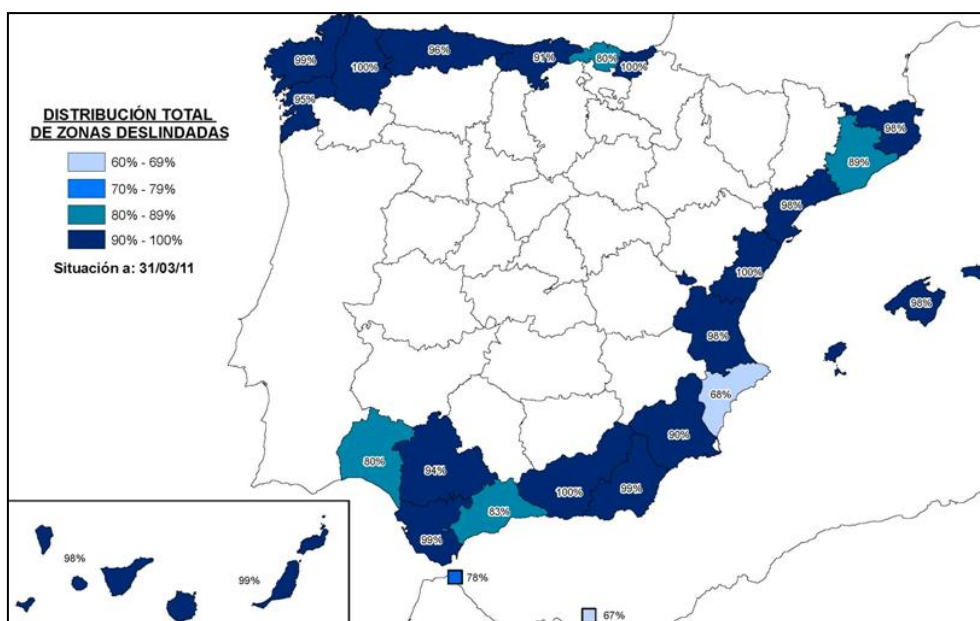


Figura 24. Zona costera deslindada
Fuente: M^a Carmen de Guerrero. Universidad de Zaragoza

2.2.3.- Definición ecológica

2.2.3.1 Consideraciones generales

El valor del litoral español no solamente se basa en el desarrollo de actividades de explotación y en la potente atracción turística que hoy en día genera y que es una fuente muy importante para la economía del país, sino que posee otras cualidades de carácter medioambiental que se deben tener en cuenta y preservar. A lo largo de kilómetros de la costa española se pueden hallar especies de flora y fauna de un gran valor ecológico, de modo que también es necesario establecer regulaciones que garanticen la protección de dichas especies frente a los usos peligrosos y abusivos a los que es sometida la costa.

Así pues, el litoral español constituye una franja de una extrema sensibilidad y fragilidad, con lo que el conocimiento del extenso patrimonio costero en términos de hábitat es imprescindible para poder preservar su integridad, conservar sus valores y poder llevar a cabo el aprovechamiento racional de sus recursos.

La protección de estas zonas de alto valor ecológico tiene su máximo exponente en el establecimiento en España de los espacios marinos protegidos (que se describen con detalle posteriormente en este apartado de definición ecológica). Además, como reflejo del compromiso frente a la conservación ecológica de estos espacios, se han creado diferentes redes, como la Red de Áreas Marinas Protegidas de España (RAMPE), la cual establece una clasificación de los espacios naturales protegidos y cuyo objetivo es el de asegurar la conservación del patrimonio natural y la biodiversidad marina y proteger las áreas de desarrollo de especies, hábitat y procesos ecológicos en los mares, o bien la Red Natura 2000, que es una red ecológica europea que garantiza el mantenimiento de hábitats naturales y de especies animales y vegetales [Ministerio de Medio Ambiente, 2014].

Cabe destacar que, en términos legislativos, la Ley de Costas de 1988 en vigor también muestra una posición protectora y conservadora respecto a determinadas áreas que anteriormente habían sido consideradas como improductivas, y que actualmente se les atribuye un gran valor ecológico. Se trata de las zonas húmedas, es decir, las áreas bajas próximas a la costa que se inundan como consecuencia del flujo de las mareas, de las olas o de las filtraciones del agua del mar. La Ley otorga actualmente a estas zonas una calificación de bien de uso y servicio público en un sentido protector [Parada, 2011].

Además, se potencia también la realización de actividades de carácter ecológico en las áreas próximas a las costas españolas. En este sentido, se permite ejecutar sin necesidad de autorización cultivos y plantaciones en zonas correspondientes a la servidumbre de protección, la cual no corresponde al dominio público y cuyo objetivo es el de garantizar la protección de la costa. Esta permisión refleja la intención de potenciar las actividades que generan espacios verdes y naturales en las zonas adyacentes al litoral frente a la construcción de edificios volumétricos que suponen un impacto visual agresivo para la costa. El caso más representativo de todo el litoral español es el del Delta de l'Ebre en Catalunya, la zona costera del cual está rodeada por campos de cultivo de arroz.

Es importante destacar finalmente que la definición ecológica del litoral costero depende de la función que se le quiera dar a una zona concreta, y viceversa. Así por ejemplo, si se quiere habilitar una zona de vertidos al mar, lo más adecuado es que se ubique en un área donde haya presencia de humedales costeros, ya que estos tienen la capacidad de retener los elementos contaminantes, con lo que el agua vertida al mar tendrá un índice de contaminación menor y consecuentemente el impacto ambiental también será inferior.

2.2.3.2 Ecosistemas litorales más significativos

Los ecosistemas o ambientes litorales son las áreas de transición situadas entre los sistemas terrestres y marinos. Constituyen unas fronteras ecológicas que se caracterizan por intensos procesos de intercambios de materia y energía, con lo que es frecuente la existencia abundante de fauna y flora. Se trata de ecosistemas muy dinámicos, que están sometidos a una constante evolución y cambio [Ministerio de Medio Ambiente, 2014].

Este dinamismo viene dado por los procesos geomorfológicos que dan lugar a diferentes tipos de ambientes litorales. Por un lado, los procesos de erosión generan los acantilados, mientras que los procesos de sedimentación dan lugar a ambientes tales como playas o humedales costeros. Este movimiento de sedimentos hace que los ecosistemas litorales sean áreas de un alto valor ecológico, con una alta productividad y diversidad biológica.

Además, los ambientes litorales tienen también un importante valor estético debido a la variedad de sus paisajes, económico por la potencialidad y diversidad de sus recursos naturales, y educativo y recreativo. Las condiciones ambientales a las que se ven sometidas las comunidades biológicas de estas zonas provoca la existencia de diferentes especies, lo que da riqueza a estos ambientes litorales.

Se exponen a continuación los principales ecosistemas litorales con importante valor ecológico presentes en la costa española, así como las regulaciones legales para cada uno de ellos.

- **Acantilados**

Los acantilados son macizos rocosos que caen verticalmente sobre el mar. Su origen se encuentra en los procesos de erosión, y su evolución está determinada por el impacto del oleaje. Se trata de un tipo de costa muy rocosa, muy abundante en España en los litorales Atlánticos (como es el caso de la Figura 25) y Gallegos, así como en tramos de la costa Mediterránea y en las Islas Baleares.

El perfil de los acantilados depende de la disposición que presentan sus materiales frente a la línea de costa, de sus características, y de cómo se ven afectados por la dinámica del mar. En este sentido, se distinguen los acantilados activos, dispuestos sobre aguas profundas, cuya base está sujeta al efecto del oleaje y los materiales erosionados no se depositan en su base sino que son transportados por las corrientes marinas, y los acantilados inactivos, ubicados sobre plataformas arenosas fuera del alcance del oleaje, retirados respecto a la línea de costa [Ministerio de Medio Ambiente, 2014].



Figura 25. Acantilados de Roche (Conil de la Frontera, Cádiz)
Fuente: J.M. Barragán Muñoz (2009)

La vegetación en los acantilados solo puede desarrollarse en pequeñas grietas, y muestra un alto grado de especialización al estar sometida a condiciones ambientales especiales como la salinidad. Además, la vegetación ofrece una distribución zonal. Su importancia e interés por la conservación radica en la presencia de organismos limitados a un ámbito geográfico reducido, que no se encuentra de forma natural en otras partes del mundo. En relación a la fauna, los acantilados son colonizados por numerosas aves marinas, ya que estos ofrecen lugares de nidificación [Ministerio de Medio Ambiente, 2014].

Cabe destacar finalmente que, como medio terrestre que se introduce al mar, junto con su papel de mirador, los acantilados constituyen uno de los puntos de mayor atracción visual y paisajística del litoral. Por ese motivo, los acantilados son considerados propiedad del Dominio Público Marítimo-Terrestre, y no se pueden realizar actividades de edificación en ellos. La urbanización puede repercutir negativamente en la conservación de las comunidades vegetales y las colonias de aves marinas, además de producir un considerable impacto visual.

- **Humedales costeros - marismas**

Los humedales costeros (ver Figura 26) son ecosistemas en los que entran en contacto, en mayor o menor medida, el agua de origen continental con el agua marina. Suelen establecer una relación con los flujos de agua subterránea. Existe una gran variedad de humedales costeros, siendo el principal factor diferenciador la composición y la concentración salina [Ministerio de Medio Ambiente, 2014].



Figura 26. Humedal costero.
Fuente: Portal web del Ministerio de Medio Ambiente

De todos los ecosistemas litorales, los humedales costeros son los que muestran un mayor grado de dinamismo y variedad, debido a su carácter abierto y su relación con el entorno. Son de un gran valor ecológico, debido a la diversidad biológica habitante en ellos, a la variedad de hábitats necesarios para completar los ciclos biológicos de especies de fauna, a las altas tasas de producción primaria, y a su contribución a la estabilización de perfiles litorales.

❖ Marismas

Los humedales costeros más representativos y de más importancia son las marismas, no solamente por la gran cantidad de organismos que habitan en ellas, sino también por la clasificación de bien público que ha recibido desde la última Ley de Costas de 1988, en un sentido de protección y conservación.

Las marismas son ambientes litorales consistentes en una depresión que está adjunta al mar, lo que produce un terreno bajo y pantanoso que se inunda por el efecto de las mareas y la llegada de aguas de los ríos que desembocan en sus proximidades. Se consideran un auténtico ecosistema debido al gran número de organismos existentes, desde algas planctónicas hasta flora y fauna. Las zonas de marismas son las más ricas y fértiles en lo que se refiere a cultivos, debido a que son zonas intermareales, es decir, aquellas en que las mareas provocan al subir la deposición de lodos próximos a la costa (limos, arcillas y arenas) que junto con otros componentes forman un material orgánico que se usa como abono y combustible de biomasa. En la Figura 27 que se adjunta, se puede observar la marisma de Isla Cristina (Huelva):



Figura 27. Marisma de Isla Cristina, en la provincia de Huelva
Fuente: Wikipedia

Cabe destacar que las marismas han sido casos de una importante controversia legislativa. Hasta hace poco, se contemplaban como zonas sanitariamente peligrosas e improductivas, y hoy en día están valoradas como tesoros ecológicos que hay que conservar y proteger a toda costa [Parada, 2011]. Así, la Ley de Aguas de 1866 no concebía las marismas dentro del dominio público. Es más, reguló la posibilidad de desecar las marismas particulares, e incluso impuso la desecación obligatoria, hasta tal punto que el Gobierno podía conceder la desecación de marismas particulares a cualquier otra entidad, que pasaban a adquirir la propiedad del terreno [Parada, 2011].

Esta medida no tenía otro propósito que el de erradicar las zonas húmedas y transformarlas en propiedades privadas, ya que se consideraban como terrenos pantanosos focos de infecciones que convenía sanear, no solamente para mejorar la salud pública, sino también para aumentar la superficie de producción para las zonas agrícolas. Se impuso pues en la Ley de 1866 que, aunque las marismas eran terrenos próximos a la zona marítimo-terrestre, no formaban parte propiamente de ella [Parada, 2011].

Sin embargo, esta perspectiva privatista y degradadora de las marismas ha sido objeto de revisión, en línea con el respeto de los valores ecológicos y medioambientales que estas poseen. Así pues, la Constitución de 1978 y posteriormente la Ley de Costas de 1988, consideraron las marismas como bienes de uso público que debían mantenerse vivas y protegidas contra cualquier degradación, al ser importantes núcleos generadores de vida en el medio marino, vitales para la producción orgánica y biológica [Parada, 2011].

Así pues, hoy en día las marismas son consideradas zonas pertenecientes al Dominio Público Marítimo-Terrestre desde un punto de vista protector, como es el caso del Parque Nacional de Doñana (Figura 28). Sin embargo, hay que tener en cuenta que los terrenos ya desecados por la política anterior quedan definitivamente en el dominio privado.



Figura 28. Marisma del Parque Nacional de Doñana (Huelva), en la costa Atlántica.

Fuente: Portal de Parques Naturales de Andalucía

El caso de las marismas es un indicador claro de que la legislación en términos ecológicos, pero también en términos generales referidos a la costa, es **dinámica**. Es decir, que la Ley evoluciona y se actualiza constantemente en función de las necesidades sociales, de la mentalidad de la gente, y de qué uso se dan a las zonas costeras. Así, en el caso de las marismas, el cambio de visión generacional respecto al valor que éstas tienen es el que ha hecho que la Ley se “modernice”, considerando actualmente estas zonas propias del Dominio Público Marítimo-Terrestre lo que implica su protección y conservación, cuando antes eran consideradas zonas improductivas.

- **Playas, arenales y sistemas dunares**

Tal y como se ha explicado en el *Apartado 2.2.1*, las playas son depósitos de arena modelados por las corrientes, las mareas y el oleaje. En ellas es frecuente la formación de cordones litorales por la acumulación de sedimentos procedentes de la erosión de otras zonas de la costa [Ministerio de Medio Ambiente, 2014].

En términos ecológicos, las playas suelen presentar la existencia zonas vegetales muy definidas con sus correspondientes comunidades. Generalmente, las playas están respaldadas por cordones de dunas, el origen de los cuales se debe a la acción del viento. Las dunas tienen una importante función de protección y conservación de los frentes costeros. En ellas, se desarrolla

una vegetación específica, que es capaz de retener y fijar parcialmente la arena, como es el caso del sistema mostrado en la Figura 29.



Figura 29. Zona dunar costera
Fuente: Portal web del Ministerio de Medio Ambiente

Así pues, la conservación de las playas es un hecho importante, no solamente por la función de protección que ejercen, sino también por las especies vegetales existentes en ellas y por la necesidad de mantener el turismo en las zonas costeras. Por ese motivo, se consideran las playas y sistemas dunares dentro del Dominio Público Marítimo-Terrestre, lo que implica que no se puede alterar su estado ni construir en su entorno.

2.2.3.3 Espacios marinos protegidos

Tal y como se ha citado en el primer punto de este apartado, en España se ha establecido la protección a lo largo del litoral de diferentes zonas de un importante valor ecológico: los espacios marinos protegidos. Estos hacen referencia a zonas protegidas en las que los recursos naturales existentes son aprovechados hasta cierto límite y en determinadas condiciones [Ministerio de Medio Ambiente, 2014].

Así pues, en estos espacios existen limitaciones, y en determinados casos prohibiciones a los diferentes usos y actividades que en ellos se desarrollan. Por eso, se establece un plan de gestión del espacio protegido, que contienen una serie de normas y regulaciones que tienen el objetivo de controlar los aprovechamientos de los recursos existentes en el lugar, y asegurar que éstos se llevan a cabo de modo sostenible.

La creación de un espacio protegido implica establecer una zonificación en función de los valores naturales de hábitat existentes en cada lugar, de modo que se imponen unos niveles de protección a cada área concreta. Este modelo permite adaptarse a las características ecológicas de cada espacio, permitiendo los usos y aprovechamientos compatibles con los diferentes niveles de protección establecidos [Ministerio de Medio Ambiente, 2014].

En España hay numerosos espacios marinos protegidos. Los más destacados en Catalunya son el Cap de Creus o les Illes Medes (Figura 30):

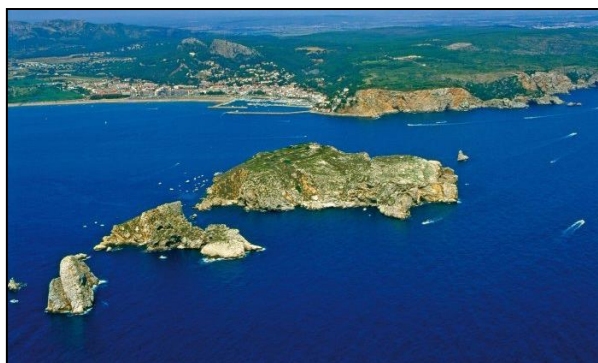


Figura 30. Espacio protegido Illes Medes, L'Estartit (Girona)
 Fuente: Portal web del Ayuntamiento de L'Estartit

El principal motivo que impulsa el nombramiento de estos espacios de protección marinos es la presencia de especies protegidas de flora y fauna en ellos, que son necesarios preservar debido a su peligro de extinción. Por eso, de acuerdo al nivel de protección establecido, las actividades turísticas y lúdicas a desarrollar en estas áreas, están limitadas.

Así pues, dependiendo de los objetivos de conservación y del nivel de protección establecido en cada zona, los espacios marinos protegidos constituyen una herramienta de gestión flexible. Algunas medidas están más enfocadas al aprovechamiento sostenible de los recursos, mientras que otras están más encaminadas a la protección, conservación y recuperación de la biodiversidad y de los procesos ecológicos de la zona [Ministerio de Medio Ambiente, 2014].

Se adjunta finalmente en la Figura 31 la relación de los espacios marinos protegidos existentes en España:

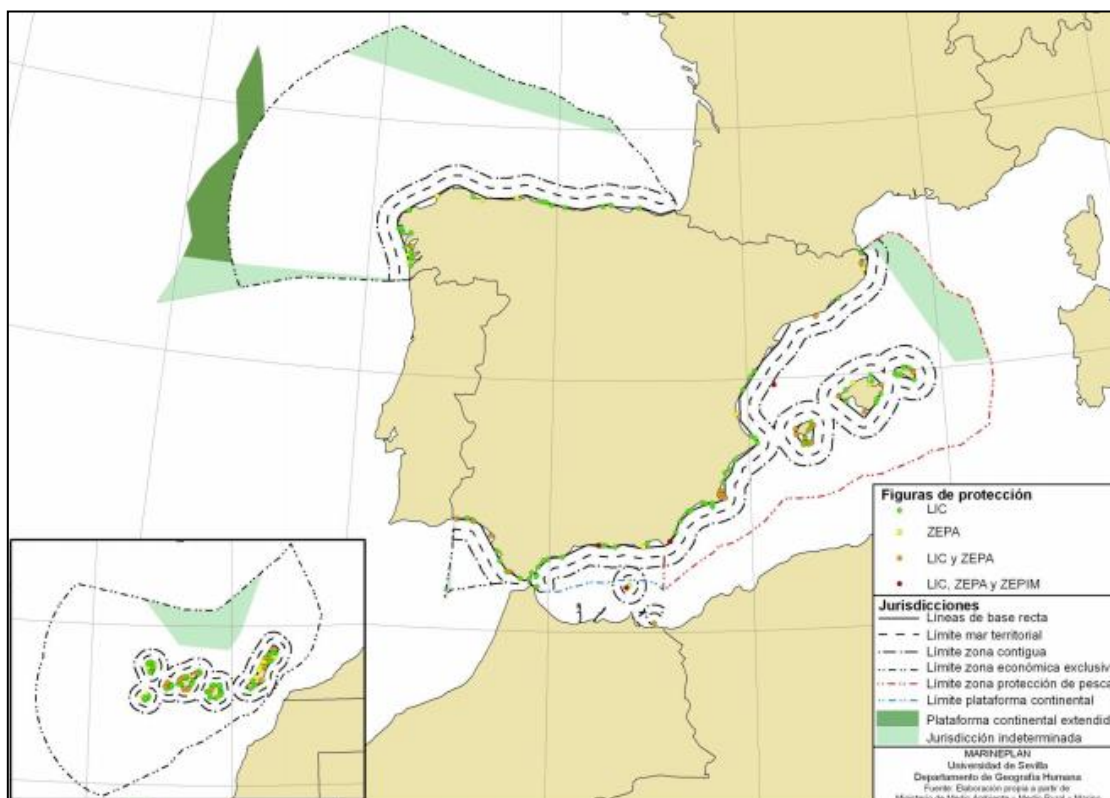


Figura 31. Espacios marinos protegidos en España
 Fuente: "Atlas para la Planificación Espacial Marítima". Juan Luis Suárez de Vivero (2011)

2.2.4.- Definición portuaria

Los puertos son elementos imprescindibles para el desarrollo de la economía española, ya que a través de ellos se articulan las operaciones comerciales de importación y exportación de bienes, que suponen fuentes de ingresos importantes para el país. Además, constituyen puntos clave en las relaciones nacionales e internacionales en referencia al transporte de mercancías.

Uno de los casos más significativos es el del Puerto de Barcelona. Su ubicación geográfica estratégica es ideal para establecer comunicaciones con otros puertos del Mediterráneo, y la conexión del puerto con infraestructuras ferroviarias y de carretera permite llevar a cabo la exportación de bienes por el territorio de España y también al sur de Francia.

Por su funcionalidad, los puertos marítimos solamente pueden estar ubicados en el litoral. Así, las actividades que en ellos se llevan a cabo, su ocupación sobre el dominio costero, y la necesidad de explotación del terreno para establecer infraestructuras de interconexión entre el modo de transporte marítimo y terrestre con el fin de garantizar el flujo de mercancías y viajeros, tienen una gran influencia en el desarrollo y la evolución del litoral. Por este motivo es importante considerar los puertos dentro de la definición de la zona costera española.

La definición portuaria implica la consideración de muchos conceptos y criterios: la caracterización física de la zona de los puertos, la regulación de los usos navales en el ámbito portuario, la constitución de la marina mercante, los usos comerciales, los servicios portuarios, la administración marina, los criterios de salvamento y de seguridad marítima nacional, o los regímenes económicos, entre otros [Texto Refundido de la Ley de Puertos, 2011]. Sin embargo, esta tesina se centra en las características de los puertos que afectan a las regulaciones urbanísticas y sociales de la zona costera española, ya que son los criterios que más influencia tiene sobre su definición. Dichos criterios y características se definen más adelante.

2.2.4.1 Clasificación de los puertos

Se define un puerto marítimo como el conjunto de espacios terrestres, aguas marítimas e instalaciones que, situados en la ribera del mar, reúnen las condiciones físicas, naturales o artificiales y de organización que permiten la realización de operaciones de tráfico portuario, y que es autorizado para el desarrollo de estas actividades por la Administración competente¹¹.

Así pues, los puertos no solamente se constituyen de la superficie de agua, sino también de las zonas de fondeo o muelle que permitan el atraque de los buques, los espacios terrestres para el almacenamiento de mercancías, las infraestructuras terrestres y los accesos adecuados al tráfico que aseguren el enlace con las redes de transporte, y los medios que permitan realizar las operaciones de tráfico portuario eficazmente [Texto Refundido de la Ley de Puertos, 2011].

Como ordenación principal de los puertos en España, se debe diferenciar entre los puertos de carácter militar, competencia del Ministerio de Defensa, que sirven a la defensa nacional (su ámbito de aplicación no se analiza en la presente tesina), y entre los puertos civiles, que son

¹¹ Definición obtenida del Artículo 2 del *Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante*.

aquellos en los que se desarrollan las actividades comerciales descritas anteriormente, y que son competencia del Estado y de las Comunidades Autónomas [Parada, 2011]. La clasificación de estos puertos civiles, que es la que se detalla en este apartado, se establece en función del tráfico que atraen o en función de su relevancia en el conjunto del sistema portuario español.

- **Clasificación de los puertos civiles según su tráfico**

Los puertos civiles se pueden clasificar en función de las características del tráfico que centran sus operaciones y actividades. Así, se diferencia entre puertos comerciales y no comerciales.

- 1) Puertos comerciales: son aquellos en los que se realizan actividades comerciales portuarias, como operaciones de estiba, desestiba, carga, descarga, almacenamiento de mercancías de cualquier tipo, tráfico de pasajeros, avituallamiento, y reparación de buques [Texto Refundido de la Ley de Puertos, 2011].
- 2) Puertos no comerciales: son aquellos en los que no se desarrollan las actividades propias de los puertos comerciales. Se diferencia entre puertos pesqueros, destinados a la descarga de pesque desde los buques utilizados para su captura, puertos de refugio, destinados a proporcionar abrigo a las embarcaciones en caso de temporal, puertos deportivos, destinados para ser utilizados por embarcaciones deportivas o de recreo [Texto Refundido de la Ley de Puertos, 2011].

- **Clasificación de los puertos civiles según su relevancia en el sistema portuario nacional**

Según este criterio, se distinguen los puertos que tienen un interés general para el Estado y que son competencia del mismo, y los puertos de interés local, que son competencia de las comunidades autónomas.

- 1) Puertos de interés general: estos son los puertos en los que se efectúan actividades marítimas comerciales de carácter nacional e internacional, y que su actividad afecta a más de una comunidad autónoma, es decir, que tiene influencia en el desarrollo económico no solo de una región del país. En este sentido, es importante destacar también que estos puertos sirven a industrias de importancia estratégica para la economía nacional. En estos puertos, el volumen anual de sus actividades comerciales alcanzan niveles representativos, que responden a las necesidades de la economía del Estado [Texto Refundido de la Ley de Puertos, 2011].

Generalmente, corresponden a los puertos de las grandes ciudades, como por ejemplo el Puerto de Barcelona (Figura 32). Sin embargo, esta no es una característica vinculante, ya que puertos de localidades más pequeñas, como el de Algeciras, también son considerados de interés general.

La titularidad de los puertos de interés general corresponde al Estado. En caso de que algunas de las características anteriores citadas se vean alteradas, el puerto puede pasar de tener la condición de interés general a puerto autonómico, lo que

comportará que la titularidad del mismo pase a ser de la Comunidad Autónoma en la que se ubique [Parada, 2011].



Figura 32. Vista aérea del Puerto de Barcelona.
Fuente: Portal web de la Autoritat Portuària de Barcelona

- 2) Puertos de interés local: estos son los puertos competencia de las Comunidades Autónomas. Para establecer una correlación con la clasificación de puertos según su tráfico, se podrían asociar a los no comerciales, es decir, a los que se realizan actividades de pesca, abrigo o deportivas. Sin embargo, en estos puertos también se pueden desarrollar actividades comerciales, aunque para ello las Comunidades Autónomas necesitan las *adscripciones* por parte de la Administración del Estado, ya que dichos puertos ocupan parte del Dominio Público Marítimo-Terrestre que es competencia del propio Estado [Parada, 2011].

2.2.4.2 Competencias de los puertos

En términos generales, se puede decir que la competencia exclusiva sobre los puertos de interés general corresponde a la Administración del Estado y los puertos de interés local a las Comunidades Autónomas. Sin embargo, tal y como se describe seguidamente, las Comunidades Autónomas también tienen un peso fundamental en el control y gestión de los puertos de interés general.

- **Organización de los puertos de interés general**

La Administración General del Estado ejerce la competencia sobre los puertos de interés general mediante dos organismos públicos: Puertos del Estado, que se encarga de la coordinación y la eficiencia del sistema portuario, y las Autoridades Portuarias, a las que corresponde la gestión de los puertos [Texto Refundido de la Ley de Puertos, 2011].

Puertos del Estado es un organismo público que asume funciones de *holding* sobre las Autoridades Portuarias [Parada, 2011]. Sus competencias se centran en la coordinación de los sistemas portuarios estatales, de modo que deben controlar la eficiencia en la gestión y el cumplimiento de los objetivos fijados para las Autoridades Portuarias en cada puerto. Además, tienen la responsabilidad de aprobar la programación financiera de dichas Autoridades Portuarias. También es de su competencia la planificación del sistema de señalización

marítimo español. Tal y como se ha citado, es una entidad pública, lo que implica que su presidente sea nombrado por el Gobierno central.

Por otro lado, las Autoridades Portuarias son las entidades, también públicas, que se encargan en sí de la gestión de cada puerto. Es decir, para cada puerto de interés general hay una Autoridad Portuaria al frente, que se encarga de planificar las actuaciones y obras en el ámbito del puerto, así como de conceder concesiones a entidades privadas para que lleven a cabo la explotación del mismo. Además, es el órgano que establece la ordenación de los usos portuarios y de las zonas de servicio del puerto.

Cabe destacar que las Autoridades Portuarias también dependen del Estado, aunque sus órganos de gobierno (presidente y consejos) son designados por la Comunidades Autónomas. Es en este punto pues, donde se hace visible la influencia que tienen los Gobiernos de las Comunidades Autónomas en los puertos de interés general.

Se puede decir en conclusión que las Autoridades Portuarias dependen del Estado pero a la vez de la Comunidad Autónoma en la que se encuentran: cada año se hace una planificación y previsión que se debe enviar al Estado para que las apruebe, pero la organización de la entidad depende de las Comunidades Autónomas [Texto Refundido de la Ley de Puertos, 2011].

2.2.4.3 Dominio público portuario

Los puertos forman parte del Dominio Público Marítimo-Terrestre, y por lo tanto son competencia del Estado. Todo el ámbito de un puerto compone lo que se define como Dominio Público Portuario Estatal, que concretamente se constituye de las siguientes áreas [Texto Refundido de la Ley de Puertos, 2011]:

- Los terrenos e instalaciones fijas afectados por el servicio de los puertos.
- Los terrenos que las Autoridades Portuarias adquieren con expropiaciones.
- Las obras que se realicen en el ámbito del puerto.
- Las obras que se construyan por entidades privadas a las que le ha sido otorgada una concesión para desarrollar la explotación de una parte del puerto.
- Los espacios de agua incluidos en el servicio del puerto.
- Se consideran parte del Dominio Público Portuario Estatal las regiones del Dominio Público Marítimo-Terrestre necesarias para establecer las instalaciones del puerto.

Es importante destacar que se deben delimitar dentro del Dominio Público Portuario unos Espacios y Usos Portuarios, que consisten en unas zonas de servicio que incluyen los espacios de tierra y agua necesarios para llevar a cabo el desarrollo de los usos portuarios que se definen en el siguiente *Apartado 2.2.4.4*.

La delimitación de estos espacios es elaborada por la Autoridad Portuaria de cada puerto, que debe definir el límite interior y exterior del dominio público portuario, y los usos previstos en cada una de las áreas de servicio. Así, la Autoridad emite una propuesta de delimitación a Puertos del Estado, que será remitida al Ministerio de Fomento para que autorice su aprobación definitiva [Texto Refundido de la Ley de Puertos, 2011].

2.2.4.4 Utilización del Dominio Público Portuario Estatal

En el Dominio Público Portuario Estatal solo pueden llevarse a cabo actividades, instalaciones y construcciones acordes a los usos portuarios, es decir, pesqueros, náuticos, deportivos o comerciales, ya sean relacionados con el intercambio de modos de transporte o de mercancías. Se permiten también las actividades complementarias a las anteriores, tales como las logísticas o de almacenaje. Sin embargo, están prohibidos los usos destinados a edificaciones para residencias, así como el tendido aéreo de líneas eléctricas o el establecimiento de carteles publicitarios [Texto Refundido de la Ley de Puertos, 2011].

Es importante destacar que de forma excepcional, y respondiendo a criterios de interés general, se puede llegar a admitir en el Dominio Público Portuario usos destinados a la interacción entre el puerto y la ciudad, tales como la construcción de hoteles, equipamientos culturales, recreativos, exposiciones u otras actividades comerciales no estrictamente portuarias, siempre que no se perjudiquen las operaciones de tráfico portuario. Sin embargo, en caso de ser posible dicho uso, este debe ser aprobado por el Consejo de Ministros del Estado, y debe cumplir estrictamente un plan especial de ordenación de la zona de servicio del puerto en particular. Así, los hoteles no se pueden ubicar en los **primeros 20 metros** medidos tierra adentro a partir del límite interior de la ribera del mar o del cantil del muelle¹².

Uno de los casos más representativos de toda la costa española es el Hotel W Barcelona, u Hotel Vela (Figura 33), ubicado en el Dominio Público Portuario del Puerto de Barcelona, concretamente en el Muelle de Levante.



Figura 33. Hotel W Barcelona

Fuente: Portal web del periódico El País. www.lacomunidad.elpais.com/noticias-inmobiliarias/category/hotel-w-barcelona

¹² Información obtenida del Artículo 72 del *Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante*.

La construcción de este hotel fue la fuente de importantes controversias en su día, al considerarse una edificación ilegal. Numerosas asociaciones de vecinos y ecologistas protestaron e iniciaron manifestaciones sociales en contra de su ejecución. Incluso posteriormente a su inauguración el 1 de Octubre de 2009¹³ se presionó para llevar a cabo su demolición.

Los motivos en los que se basaba esta oposición eran, por un lado el incumplimiento de la Ley de Costas en vigor al situarse el hotel a menos de 100 metros de la ribera del mar, es decir dentro de la servidumbre de protección, y por otro el impacto visual que la construcción efectúa sobre el entorno de la costa barcelonesa en el que se encuentra¹⁴.

Sin embargo, el hotel no está ubicado en el Dominio Público Marítimo-Terrestre, sino dentro la zona de Dominio Público Portuario del Puerto de Barcelona, en el límite con la Playa de San Sebastián (tal y como se muestra en el esquema adjunto en la Figura 34). Además, se ha realizado la medición sobre una ortofoto con el software ArcGis de la distancia a la que el edificio se encuentra del cantil del Muelle de Levante, y ésta es de 20 metros (tal y como se muestra en la Figura 35). Así pues, según lo expuesto anteriormente, y de acuerdo con el *Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante*, estas dos características convierten el hotel en legítimo.

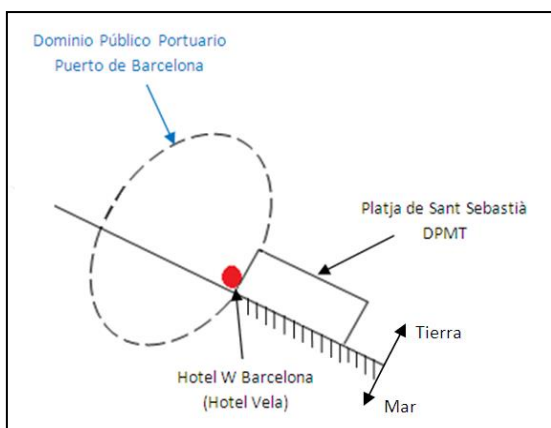


Figura 34. Ubicación del Hotel Vela en el Dominio Público Portuario
Fuente: Elaboración propia



Figura 35. Distancia a la que el hotel Vela se encuentra del cantil del Muelle de Levante
Fuente: Elaboración propia

Este conflicto es solamente un ejemplo de la complejidad que comporta la definición costera actual, y en este caso concreto desde un punto de vista portuario.

En el apartado que prosigue en la presente tesina, se plantean y analizan los diferentes tipos de conflictos que puede suponer la definición actual de la zona costera española, para en un futuro poder plantear alternativas que reduzcan o eliminen estas controversias.

¹³ Fecha prevista de inauguración según la web oficial del hotel

¹⁴ Información obtenida del portal www.mundet3elmar.wordpress.com. Publicación de Ana Pérez Pinto. *Hotel Vela: de controversial a emblema de Barcelona* (2010)

Capítulo 3

3.- Análisis de los conflictos futuros en la costa. Aplicación a las playas de la Barceloneta (Barcelona)

3.1.-Introducción

Después de definir la complejidad del concepto de la zona costera general, en este capítulo de la tesina se procede a analizar cuáles son los conflictos que se presentan en dichas zonas en vistas a unas expectativas de futuro. Estas expectativas responden mayormente al fenómeno de cambio climático, el cual se espera que produzca unos impactos sobre la costa que sin duda alguna deben de ser considerados debido a las consecuencias sociales, naturales y económicas que pueden conllevar.

A partir de los resultados obtenidos en este análisis, se podrán sacar conclusiones sobre cuál será la situación de la costa en un futuro no muy lejano y sobre cuáles serán las necesidades, actuaciones y medidas a tomar para poder “mantener en vida” el litoral.

Para analizar las afecciones que el cambio climático tendrá sobre las zonas costeras, se ha realizado el estudio a escala pequeña, focalizándolo en una zona determinada, que consiste en las cuatro playas del barrio de la Barceloneta, en Barcelona. De este modo, se han podido obtener unos resultados más representativos, que reflejan con una mayor precisión cómo evolucionará la costa a lo largo de este siglo XXI.

3.2.-Problemática del cambio climático

El calentamiento del sistema climático es inequívoco, y desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes anteriores. La atmósfera y el océano se han calentado (tal y como indica la Figura 36), los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar ha subido y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado [IPCC, 2013].

Estos son a grandes rasgos los principales componentes que definen hasta la fecha de hoy el cambio climático. Pero se prevé que en un futuro estos efectos se agraven todavía más, conduciendo a situaciones extremas. Por ejemplo, las tendencias actuales de emisiones de gases de efecto invernadero apuntan a un incremento de la temperatura global superior a 2°C a finales de siglo. A esto se añade un incremento acelerado del nivel del mar y un cambio en los patrones de tormentas de oleaje, lo que puede suponer impactos no aceptables para los habitantes de las zonas costeras [RISES-AM-, 2013].

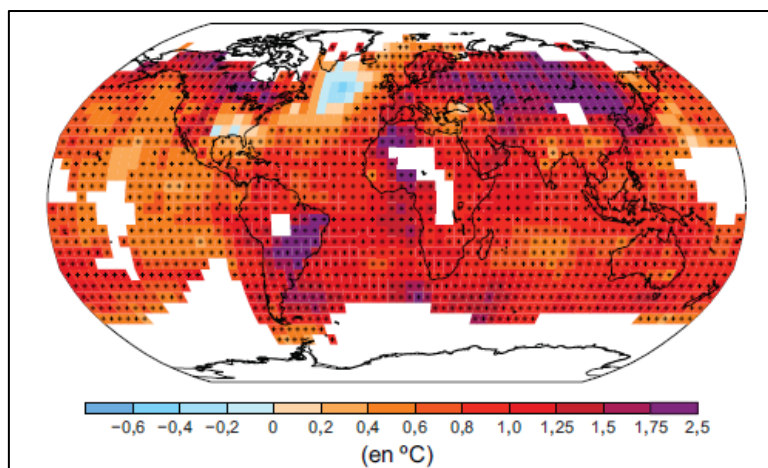


Figura 36. Cambio observado en la temperatura anual media en superficie entre 1901 y 2012

Fuente: Assessment Report 5 (AR5), IPCC (2013)

Así pues, es importante realizar una contextualización sobre los efectos del cambio climático y las consecuencias que conllevará en un futuro, ya que éstas tendrán una gran afeción sobre el desarrollo y morfología de la costa.

3.2.1.- Cambios observados

Los fenómenos descritos anteriormente característicos del cambio climático han provocado unos impactos en la sociedad mundial que han obligado a realizar actuaciones para poder combatirlos. Se debe destacar que estos impactos no son iguales en todas las regiones, sino que varían en función del grado de adaptación y de las vías sociales y económicas de cada país.

Los cambios observados desde mediados de siglo pasado son de tal magnitud que no tienen precedentes. Así por ejemplo, cada una de las tres últimas décadas ha sido más cálida que la anterior en la superficie terrestre, y más que cualquier otra década desde 1850 [IPCC, 2013].

Los últimos estudios realizados por el Panel Intergubernamental de expertos para el Cambio Climático (IPCC) se recogen en el *Assessment Report 5 (AR5)*, publicado el año 2013. Algunos de los datos más significativos acerca del cambio climático experimentado en los últimos años son los siguientes:

- Entre 1885 y 2012 la temperatura global aumentó 0,85°C.
- El nivel del mar subió 0,19 metros entre 1901 y 2010 (ver Figura 37).
- La tasa de aumento del nivel del mar se ha acelerado en los últimos siglos.
- El nivel global medio del mar ha aumentado 1,7 mm/año en el período 1901-2010 y 3,2 mm/año entre 1993 y 2010.
- La precipitación ha aumentado en las zonas terrestres de latitudes medias del hemisferio norte desde 1950.
- Los glaciares y los mantos de hielo (Groenlandia y Antártida) están perdiendo masa.

- Las concentraciones de CO_2 (dióxido de carbono), CH_4 (metano), y N_2O (óxido nitroso) han aumentado desde 1750, excediendo los niveles preindustriales en 40%, 150% y 20% respectivamente.
- El ritmo de incremento de las concentraciones de los gases CO_2 , CH_4 y N_2O en el pasado siglo no tiene precedentes en los últimos 22.000 años.

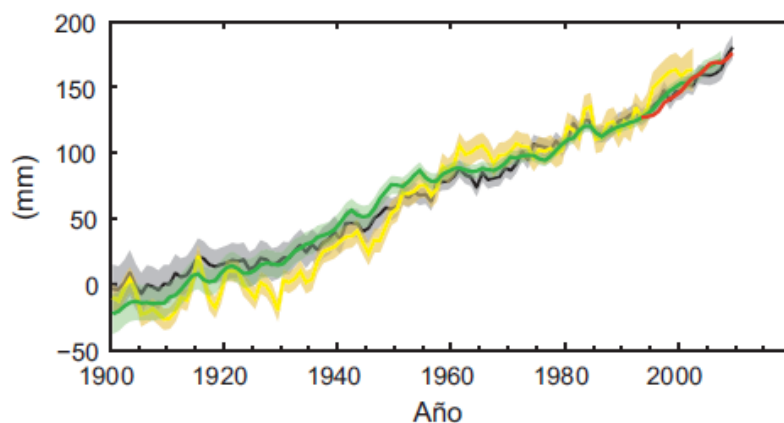


Figura 37. Cambio del nivel medio del mar entre 1901 y 2010
Fuente: Assessment Report 5 (AR5), IPCC (2013)

3.2.2.- Causas del cambio climático

La principal causa del calentamiento global que se ha producido desde 1950 es la actividad humana, reflejada en la emisión de los principales gases de efecto invernadero (dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O)), provocando así el aumento de su concentración en la atmósfera terrestre. La acumulación de estos gases hace que se retenga la radiación solar y consecuentemente aumente la temperatura superficial media del planeta.

A lo largo del presente siglo, las continuas emisiones de estos gases de efecto invernadero (GEI) causarán todavía un calentamiento mayor y nuevos cambios en todos los componentes del sistema climático. Así pues, para contener estas transformaciones será imprescindible reducir sustancialmente las emisiones [IPCC, 2013].

A modo de resumen explicativo, el cambio climático es el resultado de desequilibrios en el balance energético de la Tierra, que son causados por procesos y agentes naturales. El forzamiento radiativo (FR) cuantifica las variaciones de estos flujos de energía. Así, valores positivos y negativos del FR indican calentamiento o enfriamiento respectivamente. El aumento inducido por la actividad humana de las concentraciones de los principales gases de efecto invernadero lleva a un incremento del FR, y por lo tanto al calentamiento global. Finalmente, es importante destacar que el factor que contribuye mayormente al FR es el aumento en la concentración atmosférica del dióxido de carbono (CO_2) [Fundación Biodiversidad et al. 2013].

El fenómeno del aumento de la temperatura superficial debido a la acumulación de gases en la atmósfera se ha dado en todos los continentes, tal y como se puede observar en los gráficos enmarcados en color rojo de la Figura 38.

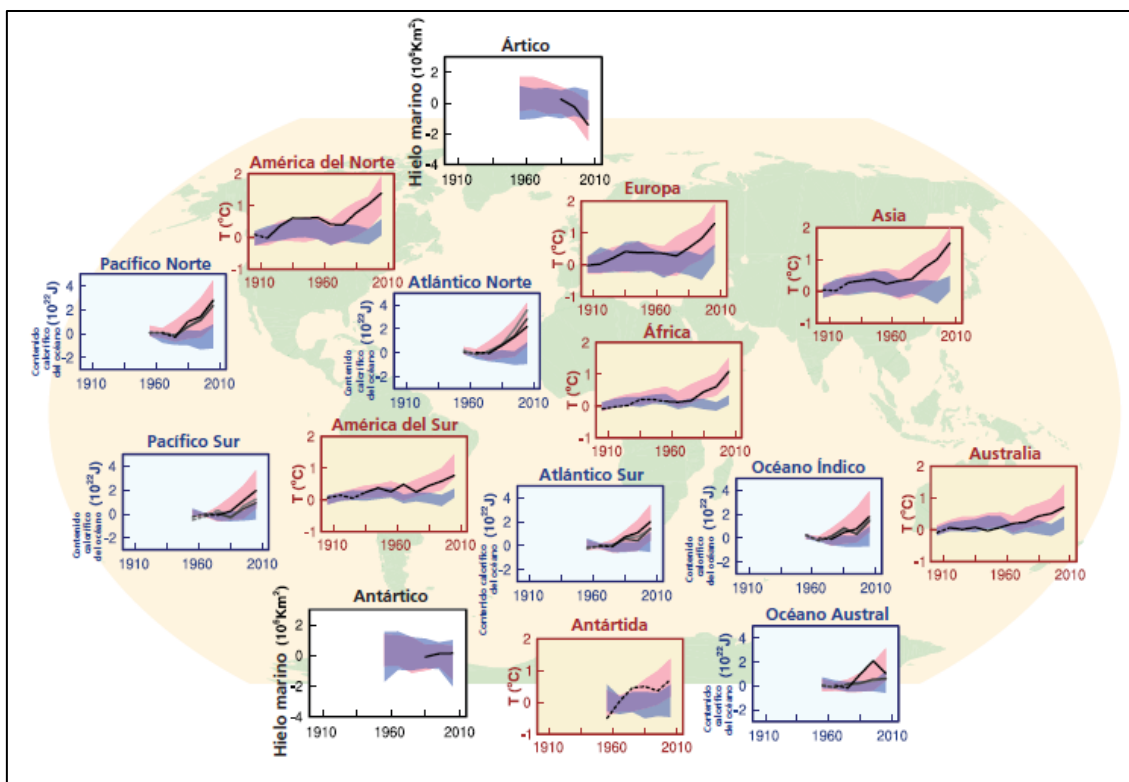


Figura 38. Cambios observados en la temperatura del aire en la superficie continental entre 1910 y 2010
 Fuente: Assessment Report 5 (AR5), IPCC (2013)

3.2.3.- Proyecciones futuras

Tal y como se ha indicado anteriormente, las previsiones apuntan a que, en caso de mantenerse o incrementar el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero, los efectos del cambio climático se agravarán todavía más, dando lugar a consecuencias que pueden llegar a ser muy negativas para varias localizaciones del planeta. Así por ejemplo, se incrementará el riesgo de una mayor frecuencia de inundaciones en las costas y aumentaran las tasas de erosión, lo que pondrá en peligro la integridad de muchas localidades costeras.

Según los últimos estudios reflejados en el *Assessment Report 5 (AR5)* del IPCC, durante el próximo siglo el nivel del mar aumentará más rápidamente de lo que lo ha hecho en los últimos 40 años. Así, el mar ha subido 0,19 metros de 1901 a 2010, pero se espera que pueda crecer entre 26 y 82 cm a finales de siglo XXI. En referencia a la temperatura, se espera que esta pueda subir entre 1,5 y 4,5 °C para el año 2100 [IPCC, 2013].

3.2.3.1 Escenarios de emisiones: RCP

En el quinto informe de evaluación (AR5), los expertos del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) definieron diferentes escenarios de emisiones con el fin de prever cuáles serán los efectos del cambio climático a medio y largo plazo. Cada escenario representa un nivel diferente de emisión de gases de efecto invernadero por parte de la sociedad, y además contemplan los efectos de las posibles políticas o acuerdos internacionales para mitigar los efectos de cambio climático.

Dichos escenarios se denominan “Sendas Representativas de Concentración (RCP)”, y se identifican por su forzamiento radiativo (FR) previsto para el año 2100 [IPCC, 2013]. Los cuatro escenarios contemplados son: **RCP2.6**, **RCP4.5**, **RCP6.0** y **RCP8.5**. El primero es el que representa el nivel de emisiones más suave, con una tendencia decreciente en 2100. Por otro lado, el escenario RCP8.5 representa la situación más desfavorable, con el mayor nivel de emisiones previsto y con una tendencia todavía creciente a finales de siglo. RCP4.5 y RCP6.0 hacen referencia a niveles intermedios de emisión, el primero con una tendencia estable en 2100 y el segundo con tendencia creciente.

A nivel general, se puede decir que a finales del siglo XXI, el aumento de la temperatura global en superficie respecto a 1850 probablemente superará 1,5°C en todos los escenarios [Fundación Biodiversidad et al. 2013].

Por otro lado, el nivel medio global del mar también continuará aumentando durante el siglo XXI, debido al calentamiento de los océanos y a las pérdidas de masa de glaciares y mantos de hielo [IPCC, 2013]. La Figura 39 muestra el incremento del nivel medio del mar desde 1700 hasta 2100 para los escenarios menos y más desfavorables (RCP2.6 y RCP8.5 respectivamente):

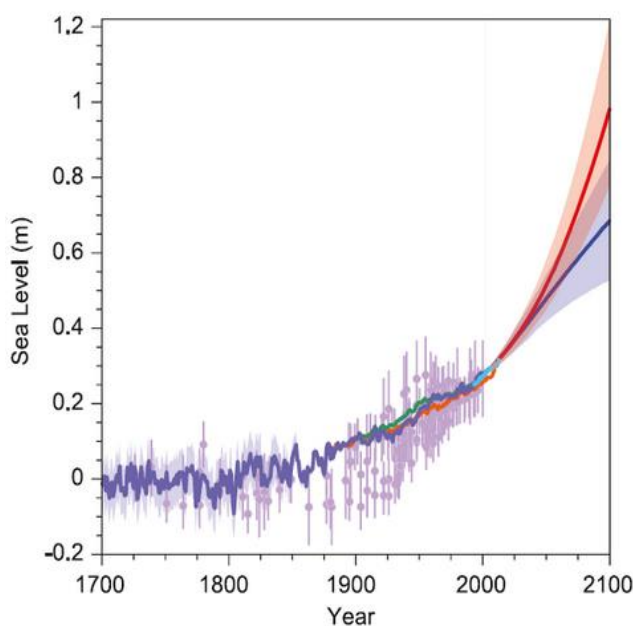


Figura 39. Crecimiento del nivel medio del mar pasado y futuro
Fuente: Assessment Report 5 (AR5), IPCC (2013)

En referencia al gráfico anterior, los datos pasados se muestran en color lila. Para los futuros, las proyecciones del IPCC para niveles altos de emisiones (escenario RCP8.5) se muestran en color rojo, y para niveles suaves (escenario RCP2.6) en azul.

Finalmente es importante destacar que, tal y como se verá en el *Apartado 3.6.2*, en el análisis realizado en esta tesina para evaluar los efectos que el incremento del nivel del mar tendrá sobre las playas de la Barceloneta a lo largo de este siglo XXI, se ha considerado el **peor** escenario posible (**RCP8.5**). De este modo se han tenido en cuenta las consecuencias más adversas, que aunque sea improbable que ocurran no deben ser obviadas. Esto permitirá en el futuro plantear las alternativas para contener los efectos del cambio climático quedando del lado de la seguridad, y asegurando así la integridad de la población costera.

3.2.3.2 Proyecciones futuras regionales: Mediterráneo

Además de realizar un estudio global a nivel mundial, el IPCC también estableció en el *Assessment Report 5 (AR5)* de 2013 un análisis de los impactos futuros que generará el Cambio Climático durante el siglo XXI a niveles regionales más concretos. Así, al ser el caso de estudio de esta tesina el de las playas de Barcelona, son de especial interés los resultados del análisis sobre el área del Mediterráneo. Según el IPCC, en ésta región tendrán lugar hasta 2100 los siguientes fenómenos (Fundación Biodiversidad et al. 2013):

- Se producirá un incremento de la temperatura superior a la media global, más pronunciada en los meses estivales que en los invernales.
- Tendrá lugar una reducción de la precipitación anual en la Península ibérica, aunque esta será más notoria al sur. Estas reducciones pueden llegar a ser del 12% y el 24% en los meses invernales y estivales, respectivamente.
- Se dará un aumento de los extremos relacionados con las precipitaciones de origen tormentoso. Este fenómeno tendrá una incidencia directa en la fuerza del oleaje incidente sobre la costa, y consecuentemente en su posible erosión.

3.2.4.- Consecuencias del cambio climático sobre las zonas costeras

Los impactos futuros del cambio climático pueden abarcar distintos sectores y sistemas: la, alimentación, la industria y las sociedades, la costa, la salud de la población, entre otros. Como es obvio, en esta tesina se han analizado los impactos que el calentamiento global del planeta tendrá sobre las localidades ubicadas en la costa.

Las principales consecuencias del cambio climático sobre las zonas costeras son el aumento del nivel medio del mar, la erosión de la costa y las inundaciones [IPCC, 2013].

3.2.4.1 Aumento del nivel medio del mar

La importancia y la proyección futura del incremento del nivel del mar dependen de los componentes que contribuyen al ascenso. Estos componentes son los que se describen a continuación [IPCC, 2013]:

- Expansión térmica y absorción del calor del océano: al calentarse la atmósfera por la acumulación de gases de efecto invernadero, se calienta también la superficie de agua marina de los océanos, lo que hace que aumente su volumen.
- Glaciares: el aumento de la temperatura global del planeta provoca también una aceleración en el ritmo del deshielo en los meses más cálidos. Así, la fusión de los glaciares montañosos provoca también la subida del nivel del mar. La contribución al incremento del nivel del mar por parte de la fusión de los glaciares se espera que sea de entre 0,08 y 0,39 metros a finales de siglo [IPCC, 2013].

- Manto de hielo de Groenlandia: según el IPCC, la pérdida de masas de hielo contribuirá también al ascenso del nivel medio del mar. Así, un calentamiento prolongado por encima de un cierto umbral podría desencadenar en la fusión casi completa del manto de hielo de Groenlandia. Esta fusión, que se produciría en un período superior a mil años, conllevaría un incremento del nivel medio del mar de 7 metros [Fundación Biodiversidad et al. 2013]. Actualmente, la contribución de este deshielo es mínima, aunque la superficie ya ha empezado a fundirse, lo cual es un signo preocupante.
- Manto de hielo de la Antártida: Debido a que la pérdida de hielo de la Antártida por el derretimiento de la superficie es aproximadamente el 1% de la ganancia total de masa de las nevadas, la mayor parte de la pérdida de hielo se realiza a través de la descarga sólida sobre el océano [IPCC, 2013]. Hoy en día, la parte Oriental de la Antártida se encuentra estable, aunque algunas partes del manto de hielo de la Antártida Occidental están siendo debilitadas por el océano cada vez más caliente. En la Figura 40 se muestra la previsión de cambios en el balance de masa en la Antártida para finales de siglo, según el estudio realizado por el IPCC.

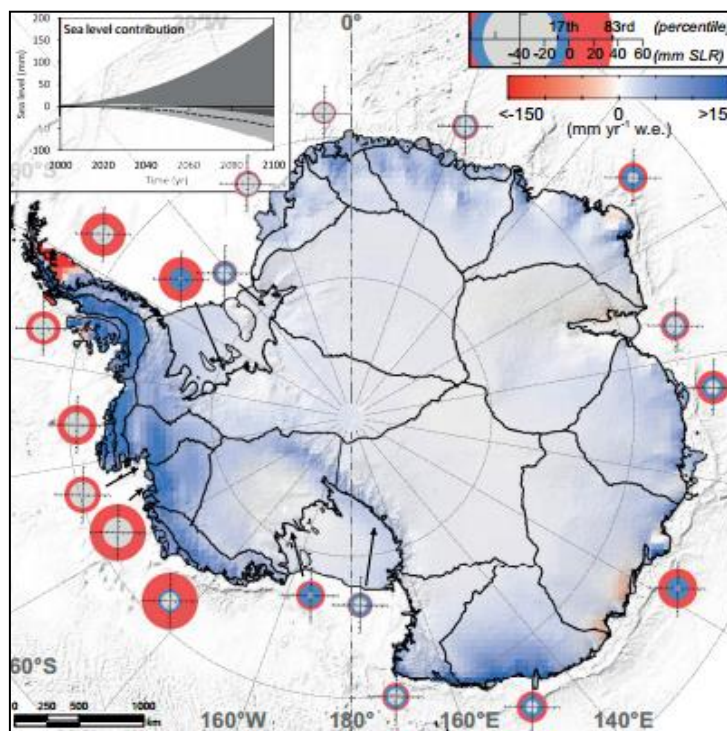


Figura 40. Síntesis de los cambios proyectados en el balance de masa en superficie en la Antártida en el año 2100
Fuente: Assessment Report 5 (AR5), IPCC (2013)

- Almacenamiento de agua en el suelo: el agotamiento del agua subterránea derivada de la extracción por actividades humanas (para la agricultura y otros usos) también afectan al incremento del nivel medio del mar. Se estima que la contribución de estas actividades a la subida del nivel del mar sea de 20 a 90 mm [IPCC, 2013].

En la Figura 41 se observa la contribución de los distintos componentes explicados a la subida del nivel medio del mar para el año 2100, considerando el escenario RCP6.0, de efectos moderados y tendencia creciente en las emisiones de gases a finales de siglo.

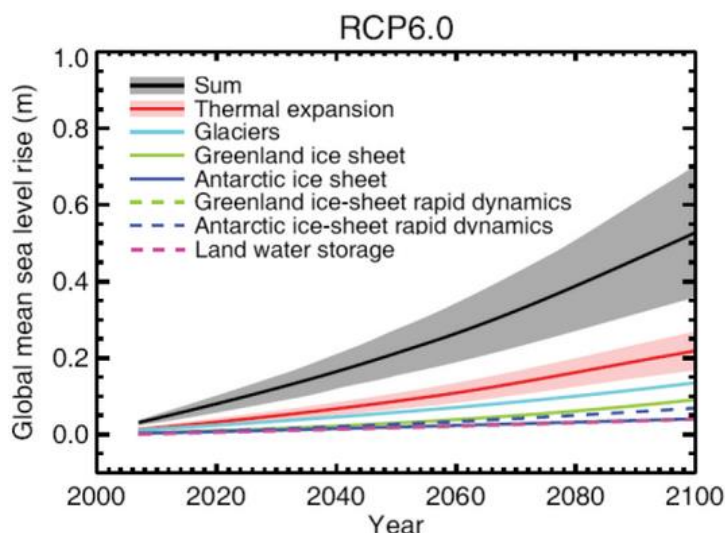


Figura 41. Contribuciones individuales para el incremento del nivel medio del mar y para el escenario RCP6.0
Fuente: Assessment Report 5 (AR5), IPCC (2013)

3.2.4.2 Erosión de las playas

La erosión de las playas vendrá dada mayormente por el incremento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos de **temporales extremos**. Este aumento de las tormentas es uno de los efectos del cambio climático, ya que el aumento de gases en la atmósfera provoca desequilibrios energéticos muy importantes (como por ejemplo cambios en la dinámica de las corrientes marinas) que hacen que los eventos tormentosos extremos se den más frecuentemente y con una intensidad mayor [IPCC, 2013].

Es importante remarcar que la erosión de la costa no vendrá dada solo por el cambio climático. Otro fenómeno que tiene una influencia directa en la pérdida de playas es la acción humana. Las actividades turísticas, de explotación, y sobre todo de urbanización que se llevan a cabo hoy en día en las zonas costeras, provocan una degradación continua de las mismas. Tal y como se ha explicado en el primer apartado de la tesina, esta presión humana ha sido creciente en los últimos años, y se espera que lo sea aún más en los próximos, a menos que se modifiquen las legislaciones que regulan el uso de la costa.

3.2.4.3 Inundaciones

Ésta será la consecuencia de los dos fenómenos anteriormente descritos. El hecho de que aumente el nivel medio del mar, junto con la progresiva erosión de las playas, provocará no solo la inundación de estas, sino también de las localidades urbanas costeras adjuntas que se encuentren a cotas bajas. Cabe destacar que las zonas de máxima afección serán las ubicadas en los grandes deltas, debido a su baja profundidad.

Estas inundaciones no solo supondrán graves consecuencias físicas debido a la desaparición de las playas. También implicarán problemas y conflictos sociales y económicos, ya que las playas constituyen actualmente uno de los principales motores de producción económica, por las actividades de explotación que se desarrollan en ellas y por su atracción turística.

3.3.-Ámbito de estudio

El tramo de costa que abarca esta tesina se encuentra ubicado en el noroeste del Mar Mediterráneo. La zona de estudio consiste en cuatro playas de la ciudad de Barcelona, en Catalunya (España). Las playas analizadas pertenecen al Barrio de la Barceloneta, y son: Sant Sebastià, Sant Miquel, la Barceloneta y Somorrostro. El ámbito de estudio se encuentra encajado en sus dos extremos: al sur por el Port de Barcelona y al norte por el Port Olímpic. La longitud total de los tramos de playa estudiados es de 1980,45 metros.

En la Tabla 1 se indican los detalles de la ubicación de la zona de estudio:

Comunidad Autónoma	Ciudad	Distrito	Barrio	Playa
Catalunya	Barcelona	Ciutat Vella	Barceloneta	Sant Sebastià
				Sant Miquel
				Barceloneta
				Somorrostro

Tabla 1. Características de la ubicación del ámbito de estudio

Las cuatro playas consideradas están sometidas a un alto nivel de explotación destinada al ocio. Son las preferidas por los usuarios extranjeros, de modo que constituyen un importante foco turístico de la ciudad. Además, también son las playas más frecuentadas por la propia población de Barcelona, y en especial del distrito de Ciutat Vella. Así, el 70% de los usuarios son de la propia ciudad [Ajuntament de Barcelona, 2014].

Otro factor que impulsa el alto grado de ocupación de estas playas es el hecho de que están perfectamente comunicadas con el resto de la ciudad. La mayoría de los usuarios acceden a pie o en transporte público. El entorno de las playas cuenta con parada de metro y varias líneas de bus, además de varias estaciones de Bicing [Ajuntament de Barcelona, 2014].

Las playas también disponen de equipamiento completo de señalización, información visual y táctil, lavabos, duchas adaptadas, y accesos para personas con movilidad reducida [Ajuntament de Barcelona, 2014]. Todo ello justifica el elevado nivel de uso que tienen, además de pertenecer a una población muy densamente poblada como es Barcelona y con una alta afluencia turística.

Así pues, se han tomado estas playas como las de estudio para el análisis de los conflictos costeros que aparecerán en el futuro, debido a las altas exigencias de ocupación a la que están sometidas, ya que ello contribuye a una mayor degradación y erosión de las playas.

En la Figura 42 se muestra la provincia dentro de España en la que se encuentra el ámbito de estudio de la tesina. Por otro lado, en la Figura 43 se muestra el detalle del tramo de estudio concreto dentro de la Comunidad Autónoma de Catalunya.



Figura 42. Mapa de la provincia de Barcelona dentro de España
Fuente: Wikipedia



Figura 43. Vista detallada del tramo de estudio dentro de Catalunya
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 44 se muestra la ubicación exacta de la zona de estudio dentro de la ciudad de Barcelona. Se puede observar que, tal y como se ha citado anteriormente, el ámbito está limitado al sur por el puerto comercial de la ciudad (Port Vell de Barcelona) y al norte por el puerto deportivo (Port Olímpic).



Figura 44. Ámbito de estudio dentro de la ciudad de Barcelona
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

3.4.-Metodología

3.4.1.- Base de trabajo

Para poder llevar a cabo el estudio ha sido necesario obtener una base sobre la cual trabajar. Esta ha consistido en ortofotos aéreas de la zona de estudio, que se han cargado sobre el programa ArcGis.

ArcGis es un software de Sistema de Información Geográfica (SIG), es decir, un conjunto de datos geográficos espaciales que permite analizar y editar todo tipo de información que pueda tener una referencia geográfica. Así pues, se ha trabajado con este software, y en concreto con su aplicación ArcMap, la cual permite realizar mapas a partir de capas o datos espaciales, elegir colores, simbologías, y trazar y consultar mediciones reales. Se compone de una tabla de contenidos donde se listan las capas que componen el mapa y un menú de herramientas para trabajar sobre las distintas capas creadas [Orduña, 2007].

Las ortofotos que se han cargado en ArcGis son documentos cartográficos consistentes en imágenes verticales aéreas de la superficie terrestre, en la que todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones. Se consiguen a través de fotografías aéreas tomadas desde un avión o un satélite, que posteriormente son corregidas digitalmente para presentar una proyección ortogonal sin efectos de perspectiva, de modo que se pueden realizar mediciones exactas.

Las ortofotos de la ciudad de Barcelona sobre las cuales se ha trabajado en esta tesina se han obtenido del portal web del Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). El vuelo de captura se realizó el año 2012, y la última edición de las mismas se efectuó en 2013. Se disponía de

ortofotos de resolución 1:25000, 1:5000 y 1:2500. Para realizar la zonificación del ámbito de estudio se ha utilizado la ortofoto de escala 1:25000. Sin embargo, al ser el tramo de costa de estudio más bien corto, el análisis evolutivo de la línea de orilla presentado se ha realizado sobre las ortofotos de resolución 1:2500, ya que ofrecen un mayor detalle y calidad de las imágenes, lo que permite obtener mediciones y resultados más precisos.

El sistema geodésico de referencia sobre el cual se distribuyen las ortofotos es el **ETRS89** (European Terrestrial Reference System 1989), oficializado el año 2007. Está constituido por el elipsoide GRS80 (Geodetic Reference System 1980), fijado en la parte estable de la placa continental euroasiática y consistente en el sistema ITRS (International Terrestrial Reference System) con los sistemas actuales de posicionamiento por satélite [ICC, 2010].

Este sistema de referencias sustituye al antiguo ED50, pues según el Real Decreto de 2007 este quedaba obsoleto. Así pues, desde entonces se ha realizado la transformación de un sistema a otro, en el caso de Catalunya utilizando la metodología y parámetros aprobados por la Comisión de Coordinación Cartográfica de Catalunya [ICC, 2010].

Destacar finalmente que, en relación al sistema cartográfico de representación plana, se utiliza la proyección conforme Universal Transversa de Mercator (UTM), la cual coincide con la establecida como reglamentaria por el Real Decreto 1071/2007, que para Catalunya es la proyección conforme ETRS-TM31 [ICC, 2010]. En la Figura 45 se presenta el mapa base de la zona de estudio compuesto por ortofotos a una resolución 1:2500.

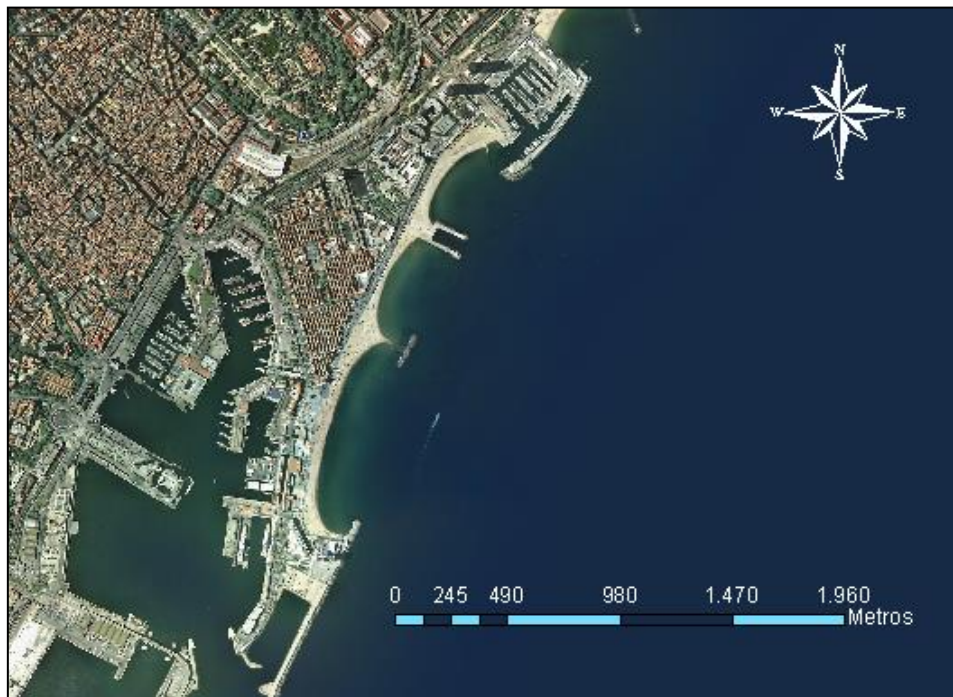


Figura 45. Mapa del ámbito de estudio compuesto por ortofotos de resolución 1:2500
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

3.4.2.- Descripción del proceso de trabajo

El objetivo principal del análisis realizado es el de definir cuáles serán los conflictos costeros que aparecerán en la zona de estudio de las playas de la Barceloneta durante el próximo siglo XXI, en base a las perspectivas esperadas de cambio climático y de acuerdo a las disposición legal y morfológica actual de las playas consideradas.

Los posibles conflictos serán una consecuencia clara de los efectos del cambio climático, reflejados en una subida significativa del nivel medio del mar y en la progresiva erosión de la playa. Así, se han calculado y definido analítica y gráficamente los efectos futuros de estos fenómenos sobre las playas de Sant Sebastià, Sant Miquel, Barceloneta y Somorrostro, y a partir de aquí se han podido sacar conclusiones acerca de los problemas económicos, físicos y sociales que conllevarán.

Tal y como se ha citado anteriormente, se ha trabajado sobre una base constituida por ortofotos, llevando a cabo el análisis con el programa ArcGis. El trabajo realizado se basa en tareas de mediciones de las dimensiones actuales de las playas (según la disposición de las ortofotos en el año 2012), en el cálculo del retroceso futuro de la línea de orilla en función de las tasas de erosión de años anteriores y de valores esperados de incremento del nivel del mar, y en la posterior digitalización de los resultados obtenidos en diferentes etapas del siglo XXI, concretamente en los años 2030, 2050 y 2100.

El procedimiento específico realizado es el siguiente:

- 1) Caracterización física de las playas: en primer lugar se ha realizado la zonificación exacta de los cuatro tramos de costa urbana considerados. Posteriormente se ha definido la longitud de las playas a partir del trazo de líneas de orilla, y el ancho de las mismas a través de la definición de secciones equidistantes. Todo ello acompañado de datos morfológicos de las playas obtenidos del “Llibre Verd de la Costa Catalana”.
- 2) Digitalización de los límites de la zona costera: se ha realizado un estudio de la legalidad de las zonas urbanas de la Barceloneta adjuntas a la zona costera. Así, se han digitalizado los límites legales de servidumbre de tránsito y de protección de acuerdo con la normativa vigente (Modificación de 2013 de la Ley de Costas de 1988) y la anterior (Ley de Costas de 1988) y se han comparado con la disposición existente.
- 3) Cálculo del retroceso de las playas: se ha calculado el retroceso de la línea de orilla de las cuatro playas consideradas para los años 2030, 2050 y 2100, por un lado en función de la tasa de erosión experimentada, y por otro en función de las previsiones de aumento del nivel del mar del IPCC en su quinto informe (AR5). Se han digitalizado los resultados obtenidos.
- 4) Discusión de los resultados: finalmente se ha hecho una evaluación de las consecuencias que pueden originar los resultados obtenidos en la zona costera de Barcelona a finales de siglo, y se han planteado como futuras líneas de estudio la redefinición de los límites legales de la zona costera en este tramo y el planteamiento de actuaciones para combatir los efectos del cambio climático.

3.5.-Caracterización física de las playas

3.5.1.- Zonificación

En primer lugar, se ha realizado la zonificación del ámbito de estudio de una forma más detallada. Es decir, se han analizado detenidamente los contornos y la situación de las cuatro playas consideradas, y a partir de aquí se han establecido los límites que se han estimado oportunos.

Como se ha indicado en el apartado anterior, esta tarea de zonificación se ha realizado sobre una ortofoto del año 2012 obtenida del Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) a escala 1:25000. Se ha trabajado con esta escala porque el trabajo de zonificación no implica la realización de mediciones detalladas, sino solamente caracterizar la ubicación de las playas, de modo que no es necesario trabajar a escala reducida.

Se ha considerado oportuno realizar esta tarea de zonificación porque en algunos casos los límites de las playas no son claros. Así, aunque las limitaciones legales quedan definidas por razones administrativas de pertenencia a un barrio o a otro, se ha establecido en esta tesina la delimitación física que se ha considerado más conveniente. En este sentido es importante destacar que, aunque la división administrativa es útil desde el punto de vista municipal, ya que la gestión de las playas se hace de acuerdo con estos límites administrativos, para la gestión integral física del territorio se ha considerado más adecuado delimitar las playas en función del tramo donde están englobadas y de los elementos constructivos que la condicionan físicamente (diques, espigones, puertos,...).

En la Tabla 2 se pueden apreciar los límites administrativos que establece el Ayuntamiento de Barcelona de cada una de las cuatro playas consideradas [Ajuntament de Barcelona, 2014]:

Playa	Límite Sur	Límite Norte
Sant Sebastià	Bocana del Puerto de Barcelona	Plaça del Mar
Sant Miquel	Plaça del Mar	Altura de la Calle Almirall Cervera
Barceloneta	Altura de la Calle Almirall Cervera	Espigón del Gas
Somorrostro	Espigón del Gas	Port Olímpic

Tabla 2. Límites a nivel administrativo de las playas consideradas

A la hora de realizar las mediciones sobre la base de trabajo y posteriormente digitalizar la evolución de la playa y las servidumbres, se ha considerado que estos límites no eran los más “cómodos” para trabajar.

Los casos concretos en los que se ha estimado oportuno variar el ámbito que abarca cada playa son los siguientes:

- 1) Límite sur de la Playa de Sant Sebastià: según las limitaciones administrativas legales, la Playa de Sant Sebastià empieza en la bocana del Port Vell de Barcelona [Ajuntament de Barcelona, 2014]. De hecho, tal y como se muestra en la Figura 46 , el límite al sur del barrio de la Barceloneta en el que se encuentran las cuatro playas analizadas coincide con la bocana del puerto.



Figura 46. Ámbito del barrio de la Barceloneta
Fuente: Wikipedia

Sin embargo, en esta tesina se analiza cómo evolucionará la costa en base a condiciones futuras, con lo que el tramo de la playa de Sant Sebastià analizado es el que está constituido por sedimento de arena, obviando así el tramo artificial perteneciente al puerto.

Por esa razón, el límite sur de la playa de Sant Sebastià se ha considerado a partir del muelle del Levante del Port de Barcelona, justo donde se ubica el Hotel W Barcelona (Hotel Vela) (ver Figura 47). Esta reconsideración hace que la longitud de la playa que se ha tenido en cuenta en esta tesina sea bastante inferior a la longitud administrativa “real” considerada por el Ayuntamiento de Barcelona, que es de 1085m [Ajuntament de Barcelona, 2014].

- 2) Límite norte de la Playa de Sant Miquel / sur de la Playa de la Barceloneta: según el Ayuntamiento de Barcelona, la división entre las dos playas se encuentra a la altura de la Calle Almirall Cervera, es decir unos metros alejados del dique exento que se construyó en el año 2007 [Tomàs, 2013].

Para analizar el comportamiento evolutivo de las playas, realizar mediciones y trazar líneas sobre el modelo digitalizado en Arcgis, resulta mucho más cómodo desplazar este límite hasta el punto donde se encuentra el dique exento, es decir, hasta la altura de la Calle Almirall Aixada, ya que tal y como se observa en la Figura 47, muestra un contorno de playa mucho más definido por la acumulación de sedimento detrás del dique. Esto implica la ganancia de metros por parte de la playa de la Barceloneta, y la consiguiente pérdida para la playa de Sant Miquel.

En relación a las otras delimitaciones, se han mantenido las “reales” o administrativas. Así, el límite entre la playa de Sant Sebastià y la de Sant Miquel se localiza en la Plaza del Mar. Por otro lado, el límite norte de la Playa de Sant Miquel coincide con el Espigón del Gas. Finalmente, la playa de Somorrostro se encuentra claramente delimitada entre dicho espigón y el Port Olímpic.

Una vez aplicadas las modificaciones anteriores, en la Tabla 3 se indican los nuevos límites físicos que se han considerado para la realización del estudio:

Playa	De:	A:
Sant Sebastià	Muelle de Levante (Límite con el Hotel W Barcelona)	Plaça del Mar
Sant Miquel	Plaça del Mar	Dique exento (final Calle Almirall Aixada)
Barceloneta	Dique exento (final Calle Almirall Aixada)	Espigón del Gas
Somorrostro	Espigón del Gas	Port Olímpic

Tabla 3. Límites físicos considerados para las playas de estudio

Finalmente, en la Figura 47 se puede observar el contorno digitalizado de cada playa, de acuerdo con los criterios adoptados.



Figura 47. Zonificación de las playas del ámbito de estudio
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

3.5.2.- Trazado de la línea de orilla. Longitud de las playas

Una vez establecida la zonificación de las playas, se ha procedido a trazar la línea de orilla de las mismas y a determinar su longitud. La definición de las líneas de orilla se ha hecho manualmente con la herramienta de edición de ArcGis, trazando su trayectoria sobre las ortofotos. Se debe indicar que la línea de orilla de una playa no es fija, sino que está sometida continuamente a cambios debido al flujo de las mareas, inducido por la dinámica del mar. Así pues, la línea que se ha delimitado es la que corresponde al posicionamiento de la línea de orilla justo en el momento que se capturaron las fotografías en el año 2012.

La metodología de trazo ha consistido en la creación de un archivo *shapefile* de tipo polilínea a través de la herramienta ArcCatalog del software ArcGis para cada uno de los cuatro perfiles de playa. Cada archivo se ha almacenado en forma de capa. Activando las capas y utilizando la herramienta de dibujo del editor se han trazado las líneas de orilla sobre la ortofoto.

Es importante destacar que a partir de este punto ya se ha empezado a trabajar sobre las ortofotos de resolución 1:2500, también del año 2012. Esta escala, al ser más detallada que la utilizada para la zonificación, permite apreciar con mucho más detalle la imagen. Teniendo en cuenta que la morfología de las playas presenta muchas irregularidades, trabajar a una escala reducida ha permitido trazar la trayectoria de las líneas de orilla con mucha más precisión.

No obstante, se debe justificar que el uso de esta escala inferior también se debe a que el ámbito de trabajo es reducido. Si el análisis se realizase sobre toda la costa catalana, por ejemplo, sería más lógico realizar los trazos con ortofotos de escala mayor, ya que la precisión exigida no sería la misma y se podría optimizar el tiempo de trabajo.

Las Figuras 48, 49, 50 y 51 muestran las líneas de orilla trazadas a escala 1:2500 para las playas de Sant Sebastià, Sant Miquel, Barceloneta y Somorrostro, respectivamente:



Figura 48. Línea de orilla, playa de Sant Sebastià
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)



Figura 49. Línea de orilla, playa de Sant Miquel
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)



Figura 50. Línea de orilla, playa de la Barceloneta
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)



Figura 51. Línea de orilla, playa de Somorrostro
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

En la Figura 48 aparece un caso singular que justifica el hecho de que se trabaje con la escala más pequeña de las disponibles. Como se observa, la parte más al sur de la playa de Sant Sebastià no alcanza el final del Muelle de Levante del Port de Barcelona, sino que finaliza unos metros antes. Esto sucede porque el tramo no delimitado como línea de orilla realmente no es de playa, sino que hay ubicados unos bloques que sirven de protección para las terrazas exteriores del Hotel Vela, que se encuentra justo detrás. Este detalle particular no se puede apreciar con la ortofoto a escala 1:25000, lo que induce que si se hubiera trabajado con esta escala, se hubiera cuantificado un tramo de playa que realmente no es.

Otro caso de especial mención aparece en la playa de Somorrostro, en la Figura 51. Como se puede observar, hay un espigón en el tramo final de la playa que divide la misma en dos. Cabe destacar que no se ha considerado la amplitud del espigón a la hora de trazar la línea de orilla, ya que éste no se verá afectado por la dinámica erosiva de la playa. Este pequeño detalle probablemente tampoco se hubiera apreciado trabajando a escala 1:25000.

Con las líneas de orilla trazadas para cada playa, se ha determinado la longitud de las mismas. Para ello, se ha utilizado la herramienta de medición de ArcGis, la cual permite conocer la longitud real de las polilíneas trazadas previamente. Al estar las ortofotos distribuidas sobre un sistema geodésico de referencia, las mediciones sobre la capa del mapa de trabajo son reales.

Es importante destacar que en función de la resolución de la imagen, las líneas de orilla trazadas y consecuentemente su longitud serán más o menos acordes a la realidad. La exactitud de las medidas de longitud depende también de la precisión con la que se han trazado las líneas con ArcGis. Así pues, se asume que con el simple hecho de que la línea de orilla de una playa no es fija, ya se produce un cierto error en la medición. No obstante, el trabajar con una escala pequeña 1:2500 contribuye a reducir dicho error.

En la Tabla 4 se muestran las longitudes obtenidas para las cuatro playas consideradas, y en la Figura 52 el porcentaje de cada una en relación al total:

Playa	Longitud (m)	% del total
Sant Sebastià	543,25	27,43
Sant Miquel	400,00	20,20
Barceloneta	524,75	26,50
Somorrostro	512,45	25,88
Total	1980,45	100,00

Tabla 4. Longitud obtenida de cada playa

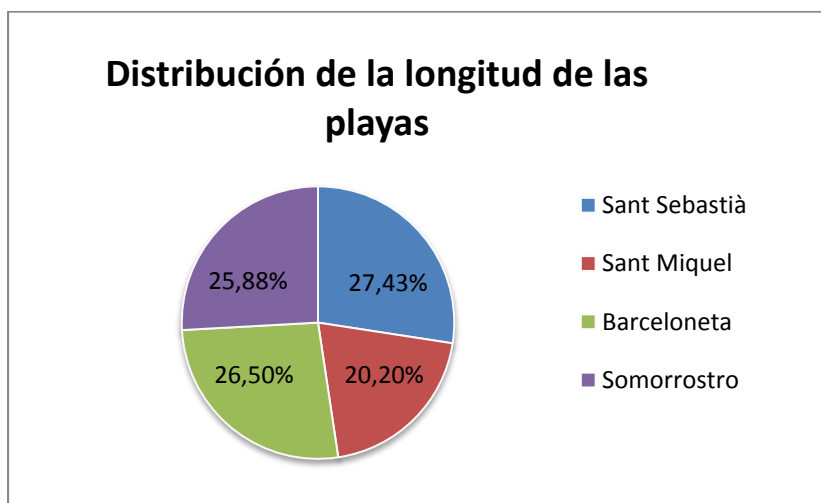


Figura 52. Distribución de la longitud de las playas en relación al total
Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos se han sacado las siguientes conclusiones:

- La longitud de las playas en relación al total del ámbito de estudio es bastante uniforme. Solamente la playa de Sant Miquel tiene una longitud ligeramente inferior respecto a las demás.
- La playa de Sant Sebastià es la de mayor longitud, a pesar de cuantificar solamente el tramo de sedimentos y no hasta la bocana del puerto.
- Se confirma la diferencia importante de la longitud de la playa de Sant Sebastià considerada en la tesina en relación a la longitud administrativa considerada por el Ayuntamiento de Barcelona, que define la misma hasta la bocana del Port de Barcelona. Así, la longitud medida es de 543,25 m mientras que la “real” es de 1085 m.

Asimismo, una vez obtenidos los resultados, se han sacado una serie de reflexiones:

- Los trazos y los cálculos de la longitud de la línea de orilla se han realizado manualmente sobre las ortofotos, lo que implica cierto error de medida.
- El hecho de que la línea de orilla sea dinámica y no permanezca siempre en el mismo estado añade incertidumbre a las mediciones realizadas.
- Para minimizar el error, es imprescindible trabajar a una escala lo más reducida posible, ya que así se aprecian mejor los detalles y las irregularidades de la costa, y consecuentemente se pueden obtener mediciones más cercanas a la realidad.

3.5.3.- Trazado de secciones. Ancho medio de las playas

Después de calcular la longitud de cada playa, se ha procedido a definir la anchura media de las mismas. Éste será un dato imprescindible para el desarrollo del análisis, ya que en base a él se podrá caracterizar la importancia de los efectos del incremento del nivel del mar y de la erosión para proyecciones futuras, en función de la anchura de playa perdida.

La definición del ancho medio de las playas objeto de estudio se ha realizado sobre las mismas ortofotos a escala 1:2500 que en el apartado anterior. En este caso, se han creado con ArcGis nuevos archivos *Shapefile* y por lo tanto nuevas capas sobre la misma base de trabajo.

La metodología para realizar el cálculo ha consistido en el trazo de una serie de transectos perpendiculares a una línea de base para cada playa. Esta línea de base se ha establecido en el límite de la ribera del mar, que coincide con el final de la playa y el inicio del paseo marítimo Mare Nostrum. Así pues, se han trazado secciones ortogonales a esta base recorriendo lo ancho de la playa hasta la línea de orilla según la ortofoto disponible del año 2012. Posteriormente, se han obtenido las medidas del ancho de cada transecto y finalmente se ha establecido la media de todas las secciones tomadas. Se han trazado transectos cada 50 metros, con el fin de disponer del mayor número de datos posibles, para así obtener una media más precisa.

En las Figuras 53, 54, 55 y 56 se muestran la línea de base tomada y los transectos trazados para cada una de las playas.



Figura 53. Transectos trazados sobre la playa de Sant Sebastià
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

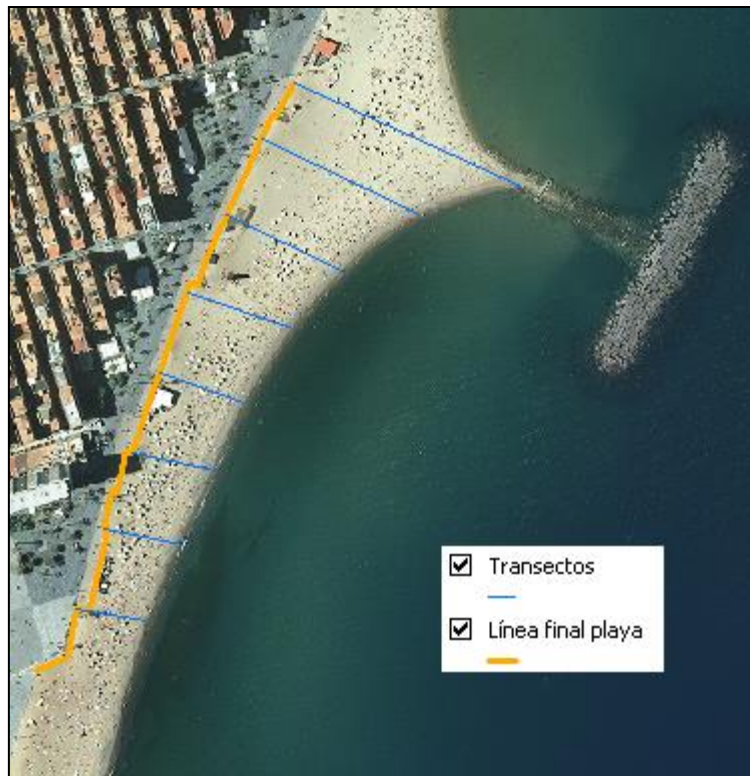


Figura 54. Transectos trazados sobre la playa de Sant Miquel
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)



Figura 55. Transectos trazados sobre la playa de La Barceloneta
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)



Figura 56. Transectos trazados sobre la playa de Somorrostro
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

Es importante destacar que la línea de base que se ha trazado a lo largo de las playas de la Barceloneta y de Somorrostro, queda claramente definida por la presencia del paseo marítimo Mare Nostrum. Sin embargo, en el tramo de unión entre las playas de Sant Sebastià y Sant Miquel, en el cual se encuentra ubicada la Plaza del Mar, la definición de dicha línea no es tan clara. El punto conflictivo recae en el hecho de que esta plaza podía ser considerada también como ámbito de playa antes de urbanizarse en 2009¹⁵, ya que se encuentra al mismo nivel. En el cálculo realizado en esta tesina, no se ha considerado así, ya que actualmente la Plaza del Mar está urbanizada y se puede diferenciar claramente el límite entre la misma y el ámbito de las playas de Sant Sebastià y Sant Miquel.

Así pues, la línea de base en este tramo se ha trazado prolongando la de la playa de la Barceloneta, a la altura del paseo marítimo y sin incluir la Plaza del Mar, tal y como se puede observar en la parte superior de la Figura 53 y en la parte inferior de la Figura 54.

La medición del ancho de cada transecto se ha realizado con la misma herramienta de medición de polilíneas de ArcGis que se ha utilizado para medir la longitud de las líneas de orilla del apartado anterior.

¹⁵ Información obtenida del portal web del Port Vell de Barcelona: www.portvellbcn.com

En la Tabla 5 se detallan los valores obtenidos para el ancho medio de cada una de las playas, y en la Figura 57 se establece una comparación entre ellas:

Ancho medio de las playas (m)				
Transecto	Sant Sebastià	Sant Miquel	Barceloneta	Somorrostro
1	36,01	41,77	147,98	111,06
2	63,10	47,89	76,13	62,65
3	65,13	50,31	49,03	54,20
4	67,75	52,96	33,14	52,29
5	51,22	66,66	29,46	57,46
6	39,66	77,88	23,97	68,64
7	34,54	103,89	24,96	68,78
8	35,68	147,98	33,32	72,97
9	36,24	.....	45,00	91,36
10	41,27	.....	61,43	106,97
11	44,76	.....	66,59	95,58
12	52,63	.....	.....	99,81
13	55,80	.....	.....	.....
14	54,07	.....	.....	.....
Ancho medio	48,42	73,67	53,73	78,48

Tabla 5. Ancho medio obtenido de cada playa

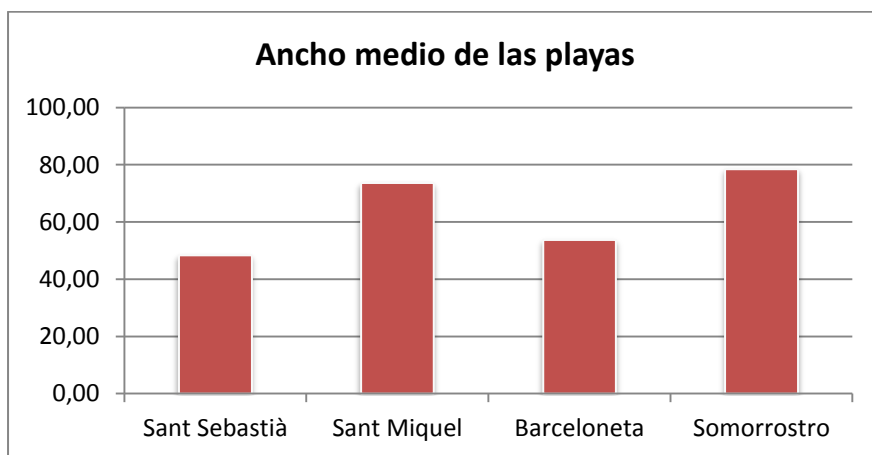


Figura 57. Comparación del ancho medio de las playas
Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos, se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Las playas de Sant Miquel y Somorrostro son las más anchas.
- La parte central de la playa de la Barceloneta constituye un punto crítico para el futuro. Así, pese a que la anchura media de la playa es de 53,73 metros, los transectos centrales muestran un ancho de entre 24 y 33 metros. Es de esperar pues, que durante este siglo XXI en el que según las previsiones del ICC las condiciones serán extremas por efectos del cambio climático, la playa de la Barceloneta será la que tendrá un mayor riesgo de desaparecer.

- La presencia de estructuras como el Espigón del Gas (entre la Barceloneta y Somorrostro) y el dique exento (entre Sant Miquel y la Barceloneta) contribuyen a que el ancho medio de las playas no sea inferior al que es. Estas estructuras hacen que el transporte longitudinal de sedimentos se interrumpa, impidiendo que estos se acumulen en en la Playa de Sant Sebastià detrás del Puerto de Barcelona, y dotando por lo tanto a las cuatro playas de un equilibrio sedimentario.

Asimismo, una vez realizados los cálculos se han sacado las siguientes reflexiones acerca del posible error que puede existir debido al procedimiento:

- Del mismo modo que en el cálculo de la longitud de las playas, los transectos que definen el ancho medio de las mismas también se han realizado manualmente, trazando polilíneas perpendiculares sobre la línea de base. Esto implica que, a pesar de que la escala de la ortofoto es reducida, se puede producir cierto error en el trazo.
- El ancho medio es un valor adecuado para conocer como se verá afectada cada playa en términos generales por los fenómenos futuros. Sin embargo, el dato no es representativo para toda la playa, ya que dentro de la misma puede haber transectos con muy poca anchura (como se da en la parte central de la playa de la Barceloneta), y otros con más anchura (como en el inicio de la playa de la Barceloneta detrás del dique exento, debido a la acumulación de sedimento). Así pues, es de esperar que las secciones de una playa que tienen menos amplitud, reflejarán una tendencia más rápida a la erosión frente a la subida del nivel medio del mar.
- El hecho de que la línea de orilla sea dinámica también puede contribuir a obtener cierto error en los cálculos. En este sentido, se debe destacar que el ancho de cada transecto se ha trazado según el estado de la línea de orilla en el momento de captura de la imagen en 2012.

3.5.4.- Características morfológicas de las playas

3.5.4.1 Documentación

En este apartado se presentan en forma de fichas técnicas las características morfológicas y sociales referentes al valor de la costa de las cuatro playas estudiadas. Ésta información será de utilidad para caracterizar y entender el nivel de efecto que tendrán las condiciones futuras de cambio climático sobre cada playa. Así, en función de cómo se presenten estas características en cada tramo, las consecuencias que se espera experimentar serán más o menos graves.

Al estar las cuatro playas ubicadas en el mismo ámbito de estudio, es decir una al lado de la otra, es de prever que las características no difieran en valores amplios entre ellas.

La información que se presenta en este apartado se ha obtenido de distintas fuentes, que son las descritas a continuación:

- “Libre Verd de l’estat de la zona costanera a Catalunya, 2010”: este contiene un estudio realizado por un equipo de investigadores del Laboratorio de Ingeniería Marítima (LIM), de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). En dicho estudio se analiza el estado y evolución de la costa catalana, identificando todas las playas del litoral y describiendo detalladamente los aspectos generales de cada una, así como también sus características morfológicas, ambientales, hidrodinámicas, y funcionales. El estudio puede servir como base para llevar a cabo la planificación y gestión de la costa catalana, así como para realizar cualquier proyecto que se tenga que ejecutar en esta zona, conocer los usos y recursos existentes y prever el comportamiento costero futuro.
- Portal Web del Ministerio de Medio Ambiente: el portal dispone de una Guía de Playas de toda la costa española. Centrando el análisis de datos sobre las costas de Barcelona, se ha obtenido información relacionada con el valor y tipología de los tramos de costa, el grado de ocupación y nivel de servicios de que disponen.
- Portal Web del Ajuntament de Barcelona: la información obtenida de esta página consiste en las principales características descriptivas de la ubicación y entorno de las playas. Aunque no se ha utilizado directamente para la ejecución de las fichas técnicas, se ha tenido en cuenta para contextualizar la disposición actual de las playas y analizar los posibles efectos futuros que puedan surgir sobre éstas.
- Ortofotos del Institut Cartogràfic de Catalunya: tal y como se ha explicado en los apartados anteriores, las características físicas de longitud y ancho medio de las playas se han calculado manualmente con ArcGis mediante las ortofotos a escala 1:2500 del año 2012, a pesar de disponer de los datos oficiales en el portal del Ministerio de Medio Ambiente o del Ajuntament de Barcelona. Así, se ha considerado que las mediciones obtenidas sobre una imagen “real” dan unos resultados más representativos.

3.5.4.2 Fichas técnicas descriptivas

Con la información obtenida de las fuentes descritas anteriormente, se han elaborado las fichas técnicas para cada playa. Se describen previamente los parámetros que incluyen dichas fichas y que caracterizan las playas de Sant Sebastià, Sant Miquel, Barceloneta y Somorrostro.

- **Tipo de playa**: Este primer parámetro hace referencia al tipo de fachada litoral existente en el trasdós de la playa. Aunque las playas de la Barceloneta son claramente urbanas, se puede distinguir entre:
 - Urbana: si existe urbanización detrás del dominio de la playa, ya sea pueblos, ciudades o zonas residenciales.
 - No urbana: serían los casos en que detrás de la playa hubieran montañas o descampados, es decir entornos sin la presencia de áreas habitadas.

- **Semiurbana**: son casos intermedios de los dos anteriores. Se podrían considerar ejemplos de playa semiurbana aquellos en los que en el trasdós de ésta se encuentra ubicado un parque natural o bien discurren infraestructuras (como es el caso de la red ferroviaria de las provincias del norte de Barcelona).

En relación a la proyección de impactos futuros, éste parámetro tiene una gran importancia para la sociedad, ya que las consecuencias serán mucho más graves social y económicamente en caso de que la playa sea urbana (como es el caso de Barcelona) que si está ubicada en un paraje alejado de una población habitada. Así, en el primer caso los posibles impactos no tendrán efectos solamente físicos sino también humanos y económicos, mientras que en el segundo caso la gravedad disminuye al no verse afectada la vida de personas.

Los datos referentes al tipo de playa se han obtenido del portal web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

- **Límites de las playas**: hace referencia al contorno en el que están encajadas las playas y a los puntos donde se marca su inicio y final. Esta característica se ha descrito anteriormente en el *Apartado 3.5.1* de zonificación, y se ha definido según criterios propios relacionados con la disposición de las playas.
- **Longitud**: los valores que se incluyen en las fichas hacen referencia a la longitud que tenía la línea de orilla en el momento que se capturaron las fotos en 2012 sobre las que se ha trabajado. El proceso de obtención de dichos valores se ha detallado en el *Apartado 3.5.2*, trabajando sobre las ortofotos obtenidas del ICC.
- **Ancho medio**: tal y como se ha citado anteriormente, este valor corresponde a la anchura media de cada playa, lo que implica que no toda presenta el mismo valor. Es decir, pueden haber secciones con más anchura que otras dentro de una misma playa. Así pues, este valor es útil para conocer cuál será la regresión general de la playa frente a fenómenos erosivos, pero no es representativo para todos los transectos. Los valores se han obtenido a través del trazo de secciones equidistantes sobre ortofotos con el software ArcGis, tal y como se ha explicado en el *Apartado 3.5.3*. Es importante destacar que la anchura de una playa marca la vulnerabilidad de la misma frente a los impactos erosivos. En este sentido, una playa más estrecha tendrá un mayor riesgo de ser erosionada, mientras que una playa ancha mantiene alejados del efecto del oleaje los elementos de valor ubicados en el trasdós de la misma, y consecuentemente el tiempo de reacción es mayor.
- **Pendiente media**: este parámetro es muy importante ya que condiciona la velocidad de retroceso de la costa y el alcance hacia el interior de los procesos de inundación ligados a una potencial subida del nivel del mar [Ros, 2014]. En este sentido, cuanto más pendiente tiene una playa, menos susceptible es de ser erosionada. Por otro lado, cuando una playa presenta un perfil bastante horizontal, un incremento significativo del nivel del mar puede tener consecuencias muy graves en términos de inundación.

Ejemplos en Catalunya de playas con pendiente pronunciada serian las de la Costa Brava, y de zonas con perfiles muy horizontales las del Delta de l'Ebre.

Los valores de pendientes reflejados en las fichas se han obtenido del Llibre Verd. Estos datos se obtuvieron a partir de mediciones en cada una de las playas, en las que se trazaron perfiles de las partes subaéreas perpendiculares a la línea de orilla mediante levantamientos topográficos con GPS diferencial [Llibre Verd, 2010].

Es importante destacar que los valores de pendiente del Llibre Verd no hacen referencia a la pendiente media de la playa emergida, sino a la pendiente de estrán (ver Figura 58), que es la del escalón que hay entre la superficie del mar y la playa emergida. Se debe tener en cuenta este punto, ya que ésta pendiente suele dar valores mayores que la pendiente media de la playa al tratarse de un escalón.

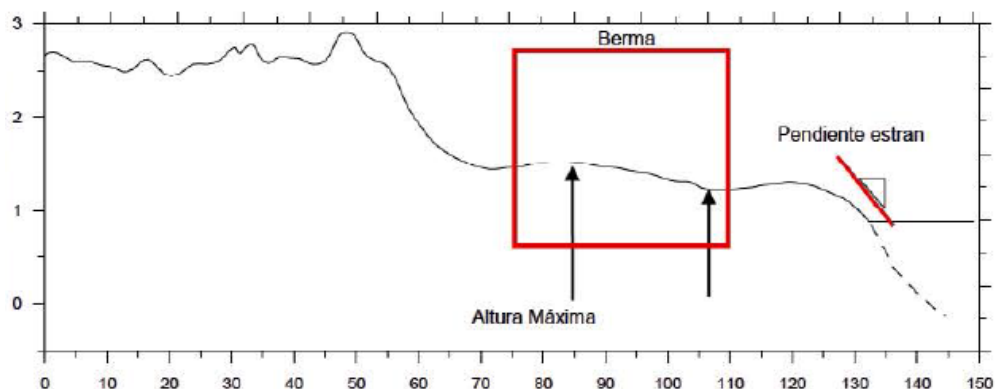


Figura 58. Representación esquemática de un perfil topográfico, con el pendiente de estrán
Fuente: Llibre Verd (2010)

- **Grado de ocupación:** este parámetro hace referencia a la cantidad de uso y explotación al que está sometida la playa debido a la acción humana. Las playas urbanas tienen un grado de ocupación mayor que las no urbanas. Es evidente pues que, las playas del barrio de la Barceloneta objeto de este estudio tienen un grado de ocupación muy elevado, ya que además poseen una gran afluencia turística. Ésta característica también influye en la evolución futura de las playas, ya que las que están sometidas a mayores usos son más propensas a erosionarse. Las playas consideradas constituyen un punto crítico en este sentido. Los datos acerca del grado de ocupación se han obtenido del portal web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- **Perfiles de las playas:** los perfiles que se adjuntan se han obtenido del Llibre Verd, y se obtuvieron a partir del levantamiento topográfico realizado el 2007, con lo que se asume que hasta la actualidad han podido experimentar cambios sustanciales.
- **Imágenes:** se ha adjuntado en las fichas una imagen de cada playa a modo de ilustración. Las imágenes se han obtenido del portal web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y del portal web del Port Vell de Barcelona.

Una vez definidos los conceptos incluidos en las fichas, se han generado las tablas para las cuatro playas consideradas en el estudio, y se adjuntan a continuación (Tablas 6 a 9):

Playa de Sant Sebastià						
Tipo de playa	Límite anterior	Límite posterior	Longitud (m)	Ancho medio (m)	Pendiente estrán	Grado ocupación
Urbana	Extremo Muelle de Levante (Límite Hotel Vela)	Plaça del Mar	543,25	48,42	0,14	Alto
Perfil de la playa (2007)				Imagen		

Tabla 6. Ficha técnica de las características morfológicas y de uso. Playa de Sant Sebastià

Fuente: Elaboración propia

Fuente del perfil: Llibre Verd (2010)

Fuente de la imagen: Porta web del Port Vell de Barcelona

Consideración importante:

- Los investigadores que redactaron el Llibre Verd establecieron su propia zonificación para las distintas playas del ámbito de estudio. De este modo, cabe destacar que consideraron la playa de Sant Sebastià y la de Sant Miquel solo como una, dándole el nombre de la primera de ellas. En esta tesina sin embargo, se ha establecido la separación entre ambas playas. Así pues, los datos obtenidos del Llibre Verd (pendiente de estrán y perfiles de la playa) son los mismos para la playa de Sant Sebastià (Tabla 6) y para la de Sant Miquel (Tabla 7).

Playa de Sant Miquel						
Tipo de playa	Límite anterior	Límite posterior	Longitud (m)	Ancho medio (m)	Pendiente estrán	Grado ocupación
Urbana	Plaça del Mar	Dique exento (altura final de la Calle Almirall Aixada)	400,00	73,67	0,14	Alto
Perfil de la playa (2007)				Imagen		

Tabla 7. Ficha técnica de las características morfológicas y de uso. Playa de Sant Miquel

Fuente: Elaboración propia

Fuente del perfil: Libre Verd (2010)

Fuente de la imagen: Portal web del Ministerio de Medio Ambiente

Consideraciones importantes:

- Tal y como se ha comentado en la ficha anterior, se observa que los datos referentes a la pendiente de estrán y el perfil de la playa son los mismos que para la playa de Sant Sebastià, debido al motivo explicado de que los autores del Llibre Verd consideraron las dos playas como una sola.
- El dique que se observa en la imagen, que es el que marca el final de la playa por el norte y que limita con la playa de la Barceloneta, fue construido en el año 2007 con el fin de contribuir a la acumulación de sedimentos en la zona donde éste se ubicó, ya que el tramo se estaba erosionando progresivamente y a un ritmo muy elevado [Tomàs, 2013]. Así pues, es de esperar que desde ésta fecha de construcción del dique (que coincide con la realización del levantamiento topográfico), el perfil de la playa de Sant Miquel haya cambiado con respecto al que se muestra en la ficha.

Playa de La Barceloneta						
Tipo de playa	Límite anterior	Límite posterior	Longitud (m)	Ancho medio (m)	Pendiente estrán	Grado ocupación
Urbana	Dique exento (altura final de la Calle Almirall Aixada)	Espigón del Gas	524,75	53,73	0,09	Alto
Perfil de la playa (2007)				Imagen		

Tabla 8. Ficha técnica de las características morfológicas y de uso. Playa de La Barceloneta

Fuente: Elaboración propia

Fuente del perfil: Libre Verd (2010)

Fuente de la imagen: Portal web del Ministerio de Medio Ambiente

Consideraciones importantes:

- De la misma forma que en los casos de las playas de Sant Sebastià y Sant Miquel, los autores del Libre Verd consideraron las playas de la Barceloneta y de Somorrostro como una sola, con lo que los valores de pendiente de estrán y el perfil de la playa serán los mismos para ambas fichas (Tablas 8 y 9).
- Como se ha explicado en el Apartado 3.5.3 la playa de la Barceloneta es la más crítica, ya que sus secciones centrales tienen una anchura muy reducida. Esta situación sería todavía peor sin la presencia del dique exento construido en 2007, ya que contribuye a la acumulación de sedimentos.
- Se debe destacar finalmente que, del mismo modo que en la playa de Sant Miquel, la construcción del dique en 2007 puede haber hecho que el perfil de la playa se modifique desde entonces.

Playa de Somorrostro						
Tipo de playa	Límite anterior	Límite posterior	Longitud (m)	Ancho medio (m)	Pendiente estrán	Grado ocupación
Urbana	Espigón del Gas	Port Olímpic	512,45	78,48	0,09	Alto
Perfil de la playa (2007)				Imagen		

Tabla 9. Ficha técnica de las características morfológicas y de uso. Playa de Somorrostro
 Fuente del perfil: Libre Verd (2010)
 Fuente de la imagen: Portal web del Ministerio de Medio Ambiente

Consideraciones importantes:

- Se observa que los datos referentes a la pendiente de estrán y el perfil de la playa son los mismos que para la playa de La Barceloneta, debido al motivo explicado de que los autores del Libre Verd consideraron las dos playas como una sola.
- El espigón del Gas, que marca el inicio por el sur de la playa, y que establece el límite con la playa de la Barceloneta, contribuye claramente a que la de Somorrostro sea la playa con más anchura media de las cuatro estudiadas, debido a la función que ejerce de retención de sedimentos, evitando el transporte longitudinal aguas abajo.

3.6.-Digitalización de los límites de zona costera

En este apartado se ha analizado la situación existente del ámbito costero de las playas del barrio de la Barceloneta en referencia a las disposiciones legales. Es decir, se ha estudiado si los edificios y elementos urbanos ubicados en el trasdós de las playas cumplen las limitaciones de las servidumbres de tránsito y protección establecidas por la Ley en vigor.

Esta parte del análisis también se ha realizado sobre las ortofotos a escala 1:2500 obtenidas anteriormente del Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). Con el software ArcGis se han trazado los límites de la ribera del mar según la disposición actual y también los límites imaginarios legales de las servidumbres de tránsito y protección, de acuerdo a las distancias establecidas por la Ley. Con esta información digitalizada, se ha podido analizar posteriormente sobre la misma imagen si los elementos constructivos de las zonas urbanas del trasdós de la playa respetan dichos límites o no.

3.6.1.- Limitaciones de usos

En primer lugar se han trazado sobre las ortofotos disponibles las líneas que teóricamente definen los límites de las servidumbres de tránsito y protección. En el *Apartado 2.2.1* de la tesina se han explicado detenidamente las regulaciones acerca del régimen de usos que se puede llevar a cabo en estas zonas.

Para trazar los límites de las servidumbres, previamente se ha definido la línea de Ribera del Mar de todo el ámbito estudiado, la cual se encuentra en el lugar donde confluyen el final de las playas y el inicio de la zona urbanizada del barrio de la Barceloneta. Es importante recordar que las distancias de las servidumbres se miden tierra adentro desde la ribera del mar. El trazo de ésta se ha realizado con la herramienta de *Edición* y *Polilínea* de ArcGis, siguiendo sobre el mismo mapa la trayectoria definida por el final de la playa.

Posteriormente se han establecido las líneas de las servidumbres de tránsito y protección, mediante la herramienta de ArcGis que permite copiar líneas paralelas a una base a cierta distancia. Así pues, con la referencia de la ribera del mar se han definido los límites de las servidumbres a las distancias definidas por la Ley.

Es importante destacar que, para la servidumbre de protección se han definido los límites establecidos por:

- La Ley en vigor: *Modificación de 2013 de la Ley de Costas de 1988*
- La Ley anterior: *Ley de Costas de 1988*

Se ha considerado reflejar los criterios de la Ley de 1988 y su Modificación de 2013 por el hecho de que en un año (tiempo transcurrido desde esta modificación) la zona urbana de la Barceloneta no se ha renovado, lo que implica que, tal y como se verá en los resultados obtenidos, las disposiciones anteriores a dicha Modificación hacían que muchas de las edificaciones existentes no cumplieran las directrices sobre regímenes de usos establecidas por la Ley.

Las distancias a las que se han trazado las líneas de servidumbre se indican en la Tabla 10:

Servidumbres	Leyes	
	Modificación de 2013 de la Ley de Costas de 1988	Ley de Costas de 1988
Servidumbre de tránsito	6 m (hasta 20 m)	6 m (hasta 20 m)
Servidumbre de protección	20 m	100 m

Tabla 10. Distancias a las que las servidumbres se encuentran de la Ribera del Mar

En la Figura 59 se muestra la representación cartográfica digitalizada que se ha obtenido de los límites de la Ribera del Mar y de las Servidumbres de Tránsito y Protección (según las Leyes de 1988 y 2013) para las playas objeto de este estudio:



Figura 59. Limitaciones digitalizadas de la Ribera del Mar y de las Servidumbres de Tránsito y Protección según las Leyes de 1988 y 2013 para el ámbito de estudio.

Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

Como se puede observar en la imagen, los límites de la Ribera del Mar y de la Servidumbre de Tránsito están prácticamente solapados. Esto se debe a que la separación de 6 metros es demasiado reducida para que se vea claramente en la digitalización global de todo el ámbito de estudio. En el *Apartado 3.6.4* en el que se realiza el análisis de casos singulares, se podrá apreciar de una forma más clara dicha separación.

Es importante destacar finalmente que no se ha digitalizado el Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT) porque en la actualidad la información sobre el deslinde de la región de la provincia Barcelona no se encuentra disponible. Se ha consultado el Visor del Ministerio que permite ver la línea de deslinde sobre la cartografía de las localidades costeras, pero actualmente la herramienta solamente permite consultar la información sobre Baleares, Granada, Lugo y Tarragona, aunque está prevista su ampliación progresiva [Ministerio de Medio Ambiente, 2014].

Se debe recordar que el procedimiento de deslinde es una compleja operación técnico-jurídica que, por mandato de la Ley de Costas, debe realizar la Administración [Ministerio de Medio Ambiente, 2014]. Debido a la presencia del Port Vell y de construcciones simbólicas como el Hotel Vela en el sur del ámbito de estudio, es de esperar que el deslinde del DPMT de esta zona comporte muchos conflictos y dificultades.

3.6.2.- Disposición existente de la zona urbana de la Barceloneta

Con los límites de servidumbres digitalizados, se ha procedido a analizar la ubicación de los edificios residenciales, hoteles, y elementos urbanos en el trasdós del ámbito de la playa.

Para reflejarlo de una manera gráfica y entendible, se ha trazado una línea imaginaria uniendo el punto más cercano al mar de las fachadas de todas las construcciones volumétricas existentes a lo largo del ámbito de las cuatro playas. De este modo, se podrá apreciar claramente si esta línea respeta la de la servidumbre de protección digitalizada en el apartado anterior.

La metodología se ha basado en el aprovechamiento de los transectos que previamente se habían trazado perpendicularmente a la ribera del mar para definir el ancho medio de las playas. Así pues, creando capas nuevas sobre el mapa, se han trazado polilíneas siguiendo la trayectoria de dichos transectos hasta la primera fachada constructiva que se encuentre a su paso. Después de digitalizar todas las secciones, se han unido los vértices de estas, creando una única polilínea que abarca todo el ámbito de estudio.

En el trazo de los transectos se ha diferenciado con colores diferentes (ver Figura 60) entre el ancho que abarca el paseo marítimo del Mare Nostrum (en los tramos en los que hay) que constituye la servidumbre de tránsito, y el ancho libre sin edificar, que marcará el cumplimiento o no de la servidumbre de protección.

En la Figura 60 se presentan los transectos digitalizados que definirán si el ámbito urbano costero del barrio de la Barceloneta cumple o no los criterios de uso establecidos por la Ley:



Figura 60. Disposición urbana existente. Trazo de transectos
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

Además de una representación gráfica de los resultados, se han obtenido también los valores numéricos de las distancias a las que se encuentran el final del paseo marítimo y la línea de fachadas edificatorias respecto de la Ribera del Mar.

Para ello, se ha utilizado la herramienta de medición de ArcGis, la cual ofrece el valor a escala real de las polilíneas trazadas.

Este cálculo permitirá cuantificar el orden de magnitud con el que la Ley quedaba incumplida antes de la Modificación del año 2013, así como también conocer el margen de seguridad que existe actualmente de acuerdo a los nuevos criterios de esta modificación.

En la Tabla 11 se adjuntan las distancias calculadas a las que las servidumbres de tránsito (ancho del paseo marítimo Mare Nostrum) y de protección se encuentran actualmente respecto a la línea de Ribera del Mar.

Distancia de la Ribera del Mar a las servidumbres								
Playas	Sant Sebastià		Sant Miquel		Barceloneta		Somorrostro	
Transecto	Tránsito	Protección	Tránsito	Protección	Tránsito	Protección	Tránsito	Protección
1	8,05	65,82	No hay paseo	123,27	4,86	53,63	11,17	316,41
2	7,44	66,00	4,58	53,54	4,69	58,12	10,26	340,51
3	9,43	41,39	10,33	29,62	11,00	61,06	11,47	31,05
4	10,03	41,66	5,67	44,42	5,74	45,59	10,47	32,84
5	9,36	73,16	6,20	41,82	12,12	36,18	11,00	31,65
6	9,92	77,40	5,48	31,55	11,22	54,72	9,98	30,12
7	10,94	68,23	5,69	56,71	11,15	47,96	8,68	100,00
8	9,14	35,78	4,86	53,63	11,22	33,21	11,30	57,10
9	10,08	44,29	.....	.....	10,64	32,53	9,32	56,98
10	10,02	Sin edificios	.....	.....	11,45	32,31	11,22	142,06
11	9,45	40,68	.....	.....	11,51	245,49	10,03	83,77
12	No hay paseo	Sin edificios	.....	.....	9,97	278,29	No hay paseo	68,99
13	No hay paseo	117,38	.....	.....	.....	.....	.....	.....
14	No hay paseo	112,00	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Distancia media	9,44	65,32	6,26	54,32	9,63	81,84	10,45	107,62

Tabla 11. Distancia de las servidumbres de tránsito y protección respecto a la ribera del mar

Tal y como se ha explicado en los apartados de cálculo de longitud y ancho medio de las playas, al estar las líneas trazadas a mano sobre el modelo cartográfico, se asume la posibilidad de que se produzca un cierto error en el cálculo.

3.6.3.- Análisis de la afección de los límites costeros a la Barceloneta

Una vez se han digitalizado las limitaciones legales de las servidumbres de tránsito y protección, así como la disposición actual de la línea de fachadas de los edificios presentes en el trasdós de la playa de todo el ámbito de estudio, se ha realizado una comparación gráfica y analítica para sacar conclusiones sobre si la zona urbana del barrio de la Barceloneta cumplía en fechas pasadas y actualmente las directrices sobre las regulaciones de los usos establecidas por la Ley.

Cabe destacar que, de acuerdo con lo estipulado en la legislación, las propiedades que incumplan los criterios de régimen de usos según las limitaciones establecidas, pueden ser sometidas a las sanciones que marca la normativa, según cuál sea el caso específico.

En primer lugar se presentan los resultados digitalizados (ver Figura 61). Como se indica en la leyenda de la imagen, las líneas trazadas corresponden a los límites de la servidumbre de protección según la Ley de Costas de 1988 (azul) y según la Modificación de 2013 (verde), y a la línea imaginaria que marca la posición actual de los edificios del ámbito de estudio (rojo).



Figura 61. Representación cartográfica de la comparación entre los límites de servidumbres de protección de 1988 y 2013 y la fachada urbana de la Barceloneta
Fuente: Elaboración propia (modificación del ICC)

Aunque posteriormente se describen las conclusiones específicas de este análisis, al observar la imagen anterior se puede avanzar que los edificios y elementos urbanos que conforman el Barrio de la Barceloneta no cumplían en la mayor parte del ámbito de estudio los criterios de usos de la Ley de Costas de 1988 respecto a la servidumbre de protección. Sin embargo, desde la Modificación de dicha Ley el año 2013, la situación ha cambiado completamente, pasando a ser totalmente legítima.

La representación cartográfica comparativa se ha completado con el análisis numérico de las distancias reales existentes. Así, en la Tabla 12 se adjuntan las mediciones realizadas con ArcGis de las distancias entre la ribera del mar y las servidumbres para el ámbito de las cuatro playas estudiadas, así como la evaluación del cumplimiento del régimen de usos establecidos en las dos legislaciones anteriormente citadas.

Playa	Delimitación	Distancia máxima (m)	Distancia mínima (m)	Distancia media (m)	Cumple normativa de 1988?		Cumple normativa actual (Modificación 2013)?	
					< 20m	SÍ	< 20m	SÍ
Sant Sebastià	Línea orilla – Ribera del Mar	.....	.....	48,42	.....		.....
	Ribera del Mar – Servidumbre de tránsito	10,94	7,44	9,44	< 20m	SÍ	< 20m	SÍ
	Ribera del Mar – Servidumbre de protección	117,38	35,78	65,32	≥ 100 m	NO	≥ 20 m	SÍ
Sant Miquel	Línea orilla – Ribera del Mar	.....	.....	73,67	.....		.....
	Ribera del Mar – Servidumbre de tránsito	10,33	4,86	6,26	< 20m	SÍ	< 20m	SÍ
	Ribera del Mar – Servidumbre de protección	123,27	29,62	54,32	≥ 100 m	NO	≥ 20 m	SÍ
Barceloneta	Línea orilla – Ribera del Mar	.....	.....	53,73	.....		.....
	Ribera del Mar – Servidumbre de tránsito	12,12	4,69	9,49	< 20m	SÍ	< 20m	SÍ
	Ribera del Mar – Servidumbre de protección	278,29	32,31	81,84	≥ 100 m	NO	≥ 20 m	SÍ
Somorrostro	Línea orilla – Ribera del Mar	.....	.....	78,48	.....		.....
	Ribera del Mar – Servidumbre de tránsito	11,47	8,68	10,45	< 20m	SÍ	< 20m	SÍ
	Ribera del Mar – Servidumbre de protección	340,51	30,12	107,62	≥ 100 m	NO	≥ 20 m	SÍ

Tabla 12. Análisis del cumplimiento del régimen de usos para las limitaciones costeras de servidumbres de tránsito y protección

Consideraciones importantes

- Los valores en rojo indican que no se cumplen los criterios de delimitaciones de alguna de las dos Leyes contempladas. Viendo las dos columnas finales, queda claro que la Ley incumplida es la Ley de Costas de 1988.
- Se debe recordar que tanto la Ley de Costas de 1988 como su Modificación de 2013 establecen que la anchura de la servidumbre de tránsito debe ser de máximo 6 metros, pero que ésta puede ampliarse hasta 20 metros con el fin de garantizar su funcionalidad.

De los resultados gráficos y analíticos expuestos en la Figura 61 y la Tabla 12 se han sacado las siguientes conclusiones:

- 1) Según los criterios de la Ley de Costas de 1988, el ámbito urbano del barrio de la Barceloneta no cumplía en su mayor parte el régimen de usos establecidos por las limitaciones de la servidumbre de protección, al encontrarse edificaciones y elementos urbanos a una distancia inferior a 100 metros de la ribera del mar.
- 2) Desde la Modificación de la Ley de Costas realizada en el 2013, la situación pasó a ser totalmente legítima, ya que la distancia mínima que marca la servidumbre de protección se redujo a 20 metros, y ningún bloque constructivo se encuentra a una distancia de la ribera del mar inferior a ésta.
- 3) Se deduce pues, que la Modificación realizada en 2013 se ejecutó como una medida para “legalizar” muchas edificaciones situadas en ámbitos costeros (no solamente en el caso de Barcelona sino en toda España), y evitar así llevar a cabo las aplicaciones sancionadoras de la Ley de Costas de 1988, hecho que hubiera sido el origen de numerosas quejas por parte de propietarios y de conflictos sociales.
- 4) Las disposiciones sobre la servidumbre de tránsito se cumplen tanto para la Ley de Costas de 1988 como para la Modificación de la misma de 2013.
- 5) Pese a que se han obtenido distancias medias para cada tramo considerado, estas no tienen por qué ser representativas de todo el ámbito. Por ejemplo, como se puede observar en la Tabla 12, aunque la distancia media de la línea de fachada para el ámbito de Somorrostro se ubica a 107,62 metros de la ribera del mar, hay construcciones ubicadas a menos de 100 metros de la misma (de hecho la distancia mínima medida es de 30,12 m), lo que hace que éstas propiedades singulares no cumplan el régimen de usos legales de la Ley de Costas de 1988.
- 6) Se concluye finalmente, que la gestión de los ámbitos costeros (y especialmente los urbanos) constituye una tarea técnico-jurídica muy compleja, en la que se ven afectadas muchas propiedades y consecuentemente los intereses de sus propietarios, y que puede ser el origen de muchos conflictos sociales.

3.6.4.- Casos singulares

Finalmente, se muestran dos casos singulares de construcciones privadas importantes ubicadas en el ámbito de estudio, que por su emplazamiento, envergadura y características, han sido el foco de controversias y conflictos sociales debido a la repercusión que han tenido en la aplicación de la legislación sobre la zona costera de Barcelona y a la división de opiniones que ha generado las soluciones finalmente adoptadas.

3.6.4.1 Hotel W Barcelona (Vela)

El Hotel Vela se encuentra ubicado junto al principio de la playa de Sant Sebastià, concretamente en el extremo del Muelle de Levante del Port Vell de Barcelona. Se trata de un edificio muy singular, con forma de vela de una embarcación y con una importante envergadura (99 metros según el portal Web del propio hotel).

Tal y como se ha descrito en el *Apartado 2.2.4.4*, la inauguración de este hotel en Octubre de 2009¹⁶ generó una serie de quejas por parte de diversas asociaciones y vecinos de la zona. Así, se consideraba la construcción ilegal por no respetar la servidumbre de protección de 100 metros desde la ribera del mar que, establecía la Ley de Costas de 1988 entonces vigente. Además, grupos ecologistas argumentaban que el hotel no se adecuaba a la zona donde se emplazó, ya que suponía un grave impacto visual para el entorno costero de la Barceloneta. Por todo ello, se iniciaron movimientos sociales y protestas con el fin de conseguir su demolición.

Sin embargo, se redactó la Modificación de la Ley de Costas de 2013, que provocó que el hotel pasase de repente a cumplir las exigencias de uso de la servidumbre de protección, al encontrarse emplazado a 20 metros de la ribera del Mar, justamente la nueva distancia límite establecida por dicha Modificación.

En la Figura 62 se muestra la digitalización de los límites de las servidumbres en el ámbito del hotel antes y después de la Modificación de 2013.



Figura 62. Digitalización de las servidumbres en el entorno del Hotel Vela
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

¹⁶ Datos obtenidos del Portal web del Hotel.

Como se puede observar, es completamente cierto que el hotel construido en 2009 no cumplía las regulaciones de uso que establecía la Ley entonces en vigor. Sin embargo, también es cierto que con la nueva redacción del texto legal, el edificio es actualmente legítimo, lo que no implica que las protestas de los descontentos hayan cesado.

Así pues, analizando la situación se puede suponer que la presencia de este hotel tan singular, que genera una gran cantidad de ingresos para la ciudad de Barcelona por su afluencia turística, ha sido uno de los numerosos casos en España que han influenciado en la reconsideración de los textos legales que regulan las zonas costeras, con el fin de “suavizar” la dureza de las restricciones en las limitaciones impuestas por la Ley de 1988, y en beneficio de la ocupación y el desarrollo de actividades productivas económicamente.

3.6.4.2 Club Atlètic Barceloneta

Sin entrar en el detalle de los posibles conflictos que haya podido generar, se muestra también el caso del Club de Natación Atlètic Barceloneta. Se trata de un centro intensivo especializado en deportes acuáticos, ubicado en el trasdós del tramo final de la playa de Sant Sebastià.

Como se puede ver en la Figura 63 en la que se han digitalizado los límites de las servidumbres de tránsito y de protección, las instalaciones del centro tampoco cumplían las regulaciones de uso de ámbito costero según la Ley de Costas de 1988, aunque con la Modificación del año 2013 pasaron a ser legítimas.



Figura 63. Digitalización de las servidumbres en el entorno del Club Atlètic Barceloneta

Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

3.7.-Cálculo del retroceso de las playas

En esta parte final del análisis de los conflictos en las playas de la Barceloneta, se han estudiado las consecuencias que efectos propios del cambio climático y de la dinámica costera tendrán sobre la evolución de las playas del ámbito de estudio durante este siglo XXI.

Así pues, se ha calculado y posteriormente digitalizado el retroceso que las playas experimentarían en los años 2030, 2050 y 2100. Esta información permitirá tener una idea de cuál se espera que pueda ser la situación general de la costa española en un futuro próximo, lo que debe conducir a concienciar a la sociedad de cambiar los hábitos para contribuir a la mitigación de efectos negativos sobre la costa.

El cálculo del retroceso de las playas de la Barceloneta se ha realizado con la suma de la contribución de dos componentes:

- Por la dinámica sedimentaria de las playas consecuencia de los usos y de la acción marina, en base a datos de **tasas de evolución** de años anteriores.
- Por los efectos del cambio climático reflejados en el **incremento de la subida del nivel medio del mar**.

3.7.1.- Retroceso a partir de tasas de erosión conocidas

3.7.1.1 Efectos de la dinámica costera

El primer componente que claramente contribuye a la evolución de la costa es la dinámica sedimentaria de la misma. Así, en función de la ubicación, de los usos y grado de explotación, de la existencia o no de estructuras de contención de sedimentos como diques o espigones, o del comportamiento del oleaje marino, las costas y en particular las playas pueden presentar un comportamiento erosivo o de acreción.

Lo ideal para la sociedad y las poblaciones urbanas costeras sería que la tendencia evolutiva de las playas fuera de acreción, ya que esto supondría que los efectos devastadores que puede tener el mar no alcanzarían esa zona, y además significaría la posibilidad de aprovechar la acreción de la costa para el desarrollo de actividades lúdicas y económicas.

En este apartado se ha calculado pues la tendencia que pueden tener las cuatro playas del barrio de la Barceloneta en los años 2030, 2050 y 2100. Este cálculo se ha realizado en base a las tasas de erosión experimentadas en estas playas durante años pasados.

La realización de este cálculo se ha llevado a cabo con total consciencia de las limitaciones que pueden tener los resultados, ya que el comportamiento pasado experimentado por una playa no tiene por qué ser igual en un futuro, y más teniendo en cuenta las perspectivas drásticas de futuro en relación al cambio climático. No obstante, dicho cálculo servirá para tener una idea global de cuál podrían ser los efectos futuros en casos críticos.

3.7.1.2 Documentación. Tasas de evolución

Las tasas de evolución de una playa se calculan como metros de avance o retroceso de la línea de orilla por año (m/año). Así pues, si se obtienen valores positivos significa que la costa ha ganado metros al mar, es decir se ha producido acreción, mientras que si se obtienen valores negativos, se ha dado erosión.

Estos cambios en la línea de orilla son producto de la dinámica litoral que actúa a lo largo de toda la costa, que está controlada casi totalmente por la acción del oleaje, condicionado por las características climáticas.

Los datos sobre las tasas de evolución de las playas del Barrio de la Barceloneta se han obtenido del “Llibre Verd de l'estat de la zona costanera de Catalunya, 2010”.

El proceso que se llevó a cabo para determinar la evolución de las zonas costeras de Catalunya se basó en el trabajo sobre ortofotos de años anteriores y en el uso posterior para el cálculo de ArcView 3.2. Concretamente se utilizó la aplicación de análisis de cambios históricos de las líneas de orilla DSAS (Digital Shoreline Analysis System) [Llibre Verd, 2010].

Así pues, con las líneas de orilla de los años en los que se habían realizado vuelos de captura dispuestas sobre el mapa digitalizado, se calculó cuánto avanzaba o retrocedía la orilla con el paso de los años, es decir, se obtuvieron las distancias a las cuales se encontraba dicha línea respecto a una línea base que se había fijado previamente en cada instante de tiempo.

Con los datos de todos los años, se calculó la tasa de evolución mediante el método numérico de Regresión Lineal (LR) por mínimos cuadrados [Llibre Verd, 2010]. Éste método tiene en cuenta todas las posiciones intermedias en las que se ha encontrado la playa (no únicamente la posición inicial y final), lo que hace que se consideren las posibles variaciones en el comportamiento a lo largo del tiempo, y consecuentemente los resultados sean más precisos. Sin embargo, tiene la limitación de que los datos pueden estar mal condicionados, al tratarse de técnicas estadísticas [Llibre Verd, 2010].

Las ortofotos utilizadas para analizar la evolución costera a largo plazo se obtuvieron de diferentes fuentes, cubriendo el período de tiempo entre **1957 y 2004**. Concretamente, se obtuvieron por un lado fotografías aéreas de diferentes vuelos realizados en los años 1957, 1965, 1973, 1977, 1983 y 1995, que posteriormente se digitalizaron y se georeferenciaron en coordenadas UTM por el CEDEX, y por otro lado, se obtuvieron también fotografías aéreas de los años 1994, 2000 y 2004 a partir de vuelos realizados por el ICC, publicadas como ortofotos a escala 1:5000, y que posteriormente se digitalizaron con el Sistema de Información Geográfica ArcView 3.2 [Llibre Verd, 2010].

Esta cantidad de datos de varios años hace que la evolución histórica de la costa del ámbito de estudio obtenida sea muy representativa y fiable.

Es importante destacar que éste método de conocer la evolución de la línea de orilla de las playas a través de imágenes aéreas, tiene la ventaja de que es de bajo coste, simple y ofrece unos resultados aceptablemente buenos. Sin embargo, se omiten datos importantes como la variación del nivel del mar o las variaciones batimétricas submarinas.

En la Tabla 13 se presentan las tasas de evolución de las playas consideradas en el ámbito de estudio de esta tesina, obtenidas de las fichas técnicas del Llibre Verd:

Playa	Erosión media (m/a)	Longitud zona erosión (m)	Acreción media (m/a)	Longitud zona acreción (m)	Evolución media (m/a)
Sant Sebastià	-2,2	397,25	3,9	146	-1,3
Sant Miquel	-2,2	400	0	0	-1,3
Barceloneta	-1,4	524,75	0	0	-1,2
Somorrostro	-1,4	426,45	0,2	86	-1,2

Tabla 13. Tasas de evolución de las playas del ámbito de estudio (Llibre Verd, 2010)

De los datos reflejados en la tabla anterior se han obtenido tres reflexiones:

- 1) Como se puede observar, existen dentro de las playas de Sant Sebastià y de Somorrostro tramos de erosión y tramos de acreción. Sin embargo, se ve por la magnitud de las dimensiones, que los tramos de erosión son mucho mayores que los de acreción, lo que contribuye a que la evolución media sea negativa y por lo tanto las playas se erosionen.

Se ha realizado un estudio sobre las ortofotos disponibles de 2012 sobre las cuales se ha trabajado, y se han detectado las posibles zonas de acreción (ver Figuras 64 y 65):



Figura 64. Zona de acreción de la playa de Sant Sebastià
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)



Figura 65. Zona de acreción de la playa de Somorrostro
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

Se deduce de las imágenes que la acreción que se da en estos tramos pequeños se debe a la presencia del dique de extensión del muelle de Levante adjunto a la playa de Sant Sebastià (Figura 64) y a la presencia del dique que define la bocana del Port Olímpic adjunto a la playa de Somorrostro (Figura 65), ya que impiden que el oleaje incida sobre la costa.

Se debe destacar que, a pesar de estos tramos de acreción, para el cálculo del retroceso de las playas, se ha considerado que todas presentan un comportamiento de erosión, de acuerdo con la evolución media reflejada en la Tabla 13.

- 2) Se observa que los valores de evolución media para las playas de Sant Sebastià y Sant Miquel, y para las de la Barceloneta y Somorrostro son las mismas. Esto se debe, como ya ha sucedido en el *Apartado 3.5.4.2* de las fichas técnicas descriptivas, a que los autores del Llibre Verd consideraron en sus tareas de zonificación que las playas de Sant Sebastià y Sant Miquel eran una sola, y lo mismo con Barceloneta y Somorrostro. Sin embargo, en esta tesina se han diferenciado.
- 3) Las tasas de evolución obtenidas corresponden a datos hasta el año 2004. Se debe destacar que posteriormente, en el año 2007, se construyó el dique exento ubicado en el límite entre la playa de Sant Miquel y la de la Barceloneta, para controlar la rápida erosión que se estaba produciendo en la playa de la Barceloneta. Además, en 2011 se construyó un dique perpendicular al construido en 2007, ya que éste último había ocasionado una gran erosión aguas abajo.
Con esto se quiere remarcar que la construcción de estas dos estructuras puede haber ocasionado cambios sustanciales en las tasas de evolución de las playas de Sant Miquel y la Barceloneta, pero que sin embargo no se han tenido en cuenta en los cálculos realizados del retroceso debido a que no se dispone de datos del comportamiento evolutivo de las playas posteriores a la construcción de los diques.

3.7.1.3 Cálculo del retroceso

A partir de las tasas de evolución obtenidas para las cuatro playas consideradas, se ha calculado el retroceso de la línea de orilla de estas para los años 2030, 2050 y 2100.

Dicho cálculo se ha realizado con una regla sencilla, considerando que la erosión experimentada desde 1957 hasta la actualidad evolucionará en la misma línea en el futuro. Esto implica pues que el retroceso se ha obtenido con la siguiente operación:

$$\text{Retroceso línea orilla (m)} = \text{tasa evolución} (m/a) \cdot \text{diferencia años (a)}$$

Siendo la diferencia de años de 16 para el 2030, de 36 para el 2050, y de 86 para el 2100, ya que los cálculos se han realizado actualmente en el año 2014.

Es importante destacar las limitaciones que tiene este cálculo al considerar una evolución constante de la línea de orilla con el paso del tiempo. Así pues, los distintos componentes que

condicionan la erosión de las costas, como el grado de explotación o las características de oleaje, no tienen por qué ser los mismos en los próximos años que en los pasados. Sobre todo si se tienen en cuenta las expectativas de futuro con el cambio climático, que se espera sean mucho más agresivas.

Por lo tanto, de acuerdo a las previsiones climáticas y a los usos agresivos que se están haciendo de las zonas costeras actualmente, es de esperar que los resultados obtenidos tengan un orden de magnitud corto en relación a lo que podría ser real.

Otra limitación importante del cálculo es que éste considera que toda la playa evolucionará de la misma manera. Es decir, que todas las secciones de una playa retrocederán en el mismo valor. Esto no tiene por qué ser así, ya que hechos como por ejemplo la presencia de un dique o un espigón pueden hacer que una parte de la playa retroceda más que otra.

A pesar de estas limitaciones, este cálculo sirve para tener una referencia aproximada de cuál será la situación de los ámbitos costeros a finales de este siglo XXI, y a partir de aquí poder sacar conclusiones sobre posibles actuaciones de prevención o mitigación para evitar las consecuencias negativas esperadas, y sobre la necesidad de llevar a cabo la concienciación social para contribuir a reducir dicho impacto.

3.7.1.4 Resultados

Se adjuntan en la Tabla 14 los resultados obtenidos para el retroceso de las playas de Sant Sebastià, Sant Miquel, Barceloneta y Somorrostro para los años 2030, 2050 y 2100, a partir de tasas de evolución conocidas de años anteriores.

Playa	Evolución media (m/a)	Ancho medio actual (m)	Retroceso año 2030 (m)	Retroceso año 2050 (m)	Retroceso año 2100 (m)
Sant Sebastià	-1,3	48,42	-20,8	-46,8	-111,8
Sant Miquel	-1,3	73,67	-20,8	-46,8	-111,8
Barceloneta	-1,2	53,73	-19,2	-43,2	-103,2
Somorrostro	-1,2	78,48	-19,2	-43,2	-103,2

Tabla 14. Retroceso de las playas de la Barceloneta debido a la dinámica costera para los años 2030, 2050 y 2100

De los resultados mostrados, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Solamente considerando el efecto de la dinámica costera registrada hasta ahora (sin tener en cuenta la potencial subida del nivel del mar), las cuatro playas del barrio de la Barceloneta habrán desaparecido en el año 2100.
- Las playas de Sant Sebastià y de la Barceloneta, prácticamente ya habrán desaparecido en el año 2050, y el ancho de Sant Miquel y de Somorrostro será muy reducido.
- El retroceso en 2100 no será mayor porque el trasdós de las playas está urbanizado. Si en vez del paseo marítimo Mare Nostrum, de la Plaza del Mar y del Puerto de Barcelona existiesen más metros de playa, la erosión todavía sería más pronunciada.

- Los resultados presentados hacen referencia a valores medios, lo que significa que no son representativos de todos los transectos de una playa.

3.7.2.- Retroceso por el incremento del nivel medio del mar

3.7.2.1 Proyecciones futuras. Escenario crítico

Tal y como se ha explicado en el apartado introductorio de este análisis de los conflictos costeros aplicados a la costa de Barcelona, el calentamiento global del planeta es una realidad, y por lo tanto también lo son sus efectos más notorios.

Uno de los principales resultados del cambio climático es la subida potencial del nivel medio del mar. En el *Apartado 3.2.4.1* se han descrito detalladamente los componentes que contribuyen a dicho ascenso, y por lo tanto a las consecuencias que lleva consigo. Uno de los principales impactos que supone el incremento del nivel del mar es la pérdida por erosión de las zonas costeras definidas por playas. Así pues, en este apartado se ha calculado el retroceso que se espera se produzca en las playas de la Barceloneta por la contribución de este incremento del nivel del mar.

El cálculo se ha realizado en base a las proyecciones del Panel Intergubernamental de expertos para el Cambio Climático (IPCC) recogidas en su último informe *Assessment Report 5 (AR5)*, publicado el año 2013.

De los escenarios de emisiones definidos por el Panel, y que se han descrito en el *Apartado 3.2.3.1* de esta tesina, se ha considerado el **RCP8.5** para realizar este cálculo, ya que es el más crítico de todos, lo que permitirá conocer cuál sería la situación a finales de siglo XXI en el peor de los casos posibles. Es decir, se ha trabajado con este escenario porque es el que refleja las consecuencias más negativas posibles, lo que debe ser un incentivo para tomar medidas. Así pues, el escenario RCP8.5 representa el nivel más desfavorable de emisiones de gases de efecto invernadero por parte de la sociedad, con una tendencia de emisión todavía creciente a finales de siglo.

Las proyecciones de incremento del nivel medio del mar del IPCC para el escenario de emisiones RCP8.5 son las indicadas en la Tabla 15:

ΔNMM para el escenario RCP8.5 (1)			
Año	Mínimo	Máximo	Media
2046 - 2065	0,22	0,38	0,30
2100	0,52	0,98	0,74

Tabla 15. Cambios en el nivel del mar para el escenario de emisiones RCP8.5

En la Figura 66 se muestra la representación gráfica de las proyecciones del IPCC para el escenario RCP8.5:

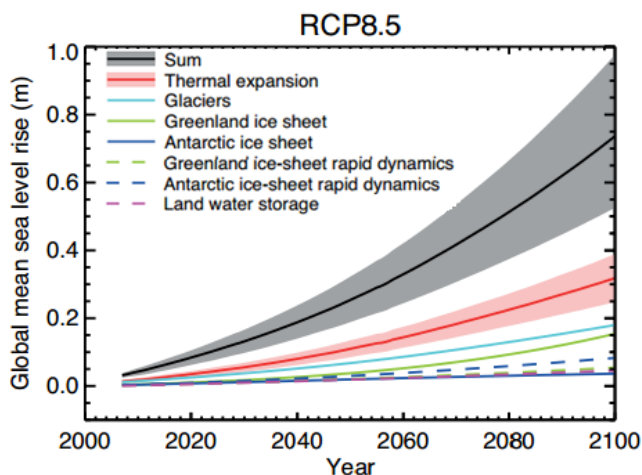


Figura 66. Proyecciones del incremento del nivel medio del mar para el escenario RCP8.5

Fuente: Assessment Report 5 (AR5), IPCC (2013)

Al haber calculado en el *Apartado 3.7.1* el retroceso de las playas del barrio de la Barceloneta en función de las tasas de erosión anteriores para los años 2030, 2050 y 2100, se considera clave determinar el retroceso debido a la subida del nivel del mar para estos años. Así pues, analizando la figura anterior, y tal y como se muestra en la Figura 67, se han determinado las proyecciones de incremento del nivel del mar para los años 2030 y 2050 según el IPCC. Los valores estimados se muestran en la Tabla 16:

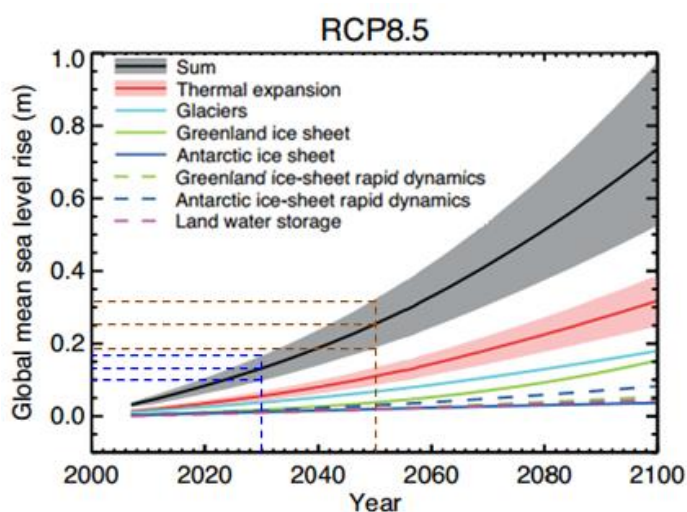


Figura 67. Análisis de las proyecciones del incremento del nivel medio del mar para los años 2030 y 2050

Fuente: Modificada del IPCC (2013)

ΔNMM para el escenario RCP8.5 (2)			
Año	Mínimo	Máximo	Media
2030	0,10	0,16	0,13
2050	0,19	0,32	0,25
2100	0,52	0,98	0,74

Tabla 16. Cambios en el nivel del mar para el escenario RCP8.5. Años 2030, 2050 y 2100

3.7.2.2 Cálculo. Regla de Bruun

Para determinar el retroceso potencial de las playas del ámbito de estudio debido al incremento del nivel medio del mar, se ha utilizado la Regla de Bruun. Se trata de una regla simple que permite conocer el retroceso en una playa de arena al subir el nivel medio del mar. Aunque los valores que se obtienen tienen muchas limitaciones, permiten dar un orden de magnitud aceptable del retroceso que se producirá.

La Regla de Bruun se basa en las siguientes hipótesis [Sherman – Bauer, 1993]:

- La forma del perfil de playa depende únicamente del tamaño de sedimento
- El transporte predomina en sentido *onshore* – *offshore*
- El *offshore* está cerrado al intercambio de sedimento
- Se produce el completo equilibrio del perfil
- La línea de costa retrocede de 50 a 100 veces lo que sube el nivel del mar. Es decir, un ascenso de 1 metro provocaría un retroceso de 50 a 100 metros de la línea de orilla.

Así, la Regla de Bruun (1962) supone que, debido a que el nivel del mar aumenta, las aguas cercanas a la costa se vuelven más profundas, lo que induce a que las olas rompientes serán mayores. De este modo, se produce una erosión de la parte alta de la playa con movimiento del sedimento hacia la zona submareal, tal y como indica la Figura 68. Esta situación llega a equilibrarse cuando el ascenso del nivel del mar se estabiliza.

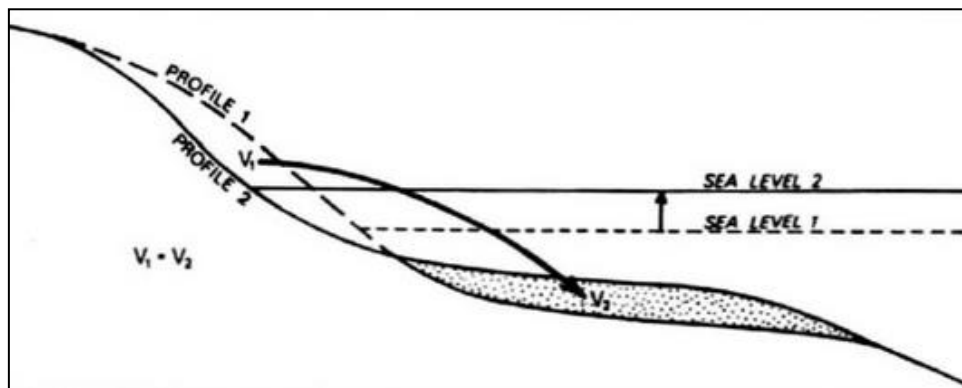


Figura 68. Modelo de Bruun
Fuente: Bird (1996)

En resumen, el retroceso de la línea de orilla cuando aumenta el nivel del mar se debe a que este inunda la parte emergida de la playa, lo que implica el retroceso inmediato de la línea de orilla. Cuanta menos pendiente tenga la playa, mayor será el retroceso. Además, este retroceso también se produce debido a que la acción del oleaje hace que la parte de arena emergida se erosione y se deposite en la parte sumergida.

La expresión de cálculo de la Regla de Bruun es la que se adjunta a continuación:

$$\text{Retroceso de la línea de orilla (m)} = [50 \text{ a } 100] \cdot \Delta \text{NMM}$$

Al realizar los cálculos, es importante tener en cuenta las limitaciones que esta regla tiene, ya que en caso de que los perfiles de estudio no cumplan las hipótesis, se da cierto error.

- La primera de estas limitaciones es que la Regla de Bruun parte de la hipótesis de que la playa está inicialmente en equilibrio, es decir, sin ganancia ni pérdida de arena. En el caso de las playas del Barrio de la Barceloneta, como se ha visto anteriormente, están en proceso erosivo.
- Otra limitación es que la regla sobreestima el retroceso de la línea de orilla en costas con baja energía de oleaje, como podrían ser las del Mediterráneo y por lo tanto las de estudio. Sin embargo, en las playas con oleaje energético se produce una subestimación del retroceso.
- Finalmente, destacar que la Regla de Bruun tampoco tiene en cuenta los cambios en los procesos o en los gradientes de tasas de sedimento.

3.7.2.3 Resultados

Se presentan en la tabla 17 los resultados obtenidos de aplicar la Regla de Bruun, que reflejan el retroceso que experimentarían las playas de Sant Sebastià, Sant Miquel, Barceloneta y Somorrostro debido al incremento del nivel medio del mar en los años 2030, 2050 y 2100.

Retroceso línea de orilla por incremento del nivel del mar						
Año	Δ NMM (m)			Retroceso (m)		
	Mínimo	Máximo	Medio	Mínimo	Máximo	Medio crítico
2030	0,10	0,16	0,13	5,00	16,00	13,00
2050	0,19	0,32	0,25	9,50	32,00	25,00
2100	0,52	0,98	0,74	26,00	98,00	74,00

Tabla 17. Retroceso de la línea de orilla por incremento del nivel del mar

Asimismo, se adjunta en la Tabla 18 la comparación entre el máximo retroceso posible calculado para los tres años considerados y el ancho medio de las playas, con el fin de poder analizar los efectos de la subida del nivel medio del mar.

Comparación Ancho – Retroceso Máximo por Δ NMM				
Playa	Ancho medio (m)	Retroceso máximo 2030 (m)	Retroceso máximo 2050 (m)	Retroceso máximo 2100 (m)
Sant Sebastià	48,42	16,00	32,00	98,00
Sant Miquel	73,67	16,00	32,00	98,00
Barceloneta	53,73	16,00	32,00	98,00
Somorrostro	78,48	16,00	32,00	98,00

Tabla 18. Comparación entre ancho de las playas y retroceso por ascenso del nivel del mar

Cabe destacar que se ha analizado el caso más crítico para poder tener en consideración las peores consecuencias posibles. Así, aunque sea improbable que se den estos casos, no se deben obviar, ya que los impactos que producirían serían muy negativos.

De los resultados obtenidos, se han sacado las siguientes reflexiones:

- Al obtenerse un retroceso máximo de 98 metros en el año 2100, y siendo el máximo ancho el de la playa de Somorrostro de 78,48 metros, se concluye que a finales de siglo XXI las cuatro playas del ámbito de estudio se habrían erosionado completamente solo por los efectos del cambio climático reflejados en la subida del nivel medio del mar.
- En el año 2050 todavía quedarían sedimentos de playa, aunque en el caso de la playa de Sant Sebastià, tan solo tendrá un ancho medio de 16 metros.
- Al estar las 4 playas en el mismo ámbito de estudio, una junto a la otra, se considera que el incremento medio del nivel del mar será el mismo para todas, y consecuentemente los metros de retroceso también.
- El retroceso previsto para el año 2100 no será mayor debido a que el trasdós de las playas de la zona de estudio se encuentra artificializado por la presencia del paseo marítimo Mare Nostrum. Al no haber sedimento sino urbanización, no se puede producir más retroceso. En el caso de que la playa se extendiese más, la erosión llegaría hasta los 98 metros reflejados en la Tabla 18.

3.7.2.4 Otro efecto de la subida del nivel medio del mar: Inundaciones

Aunque en esta tesina se ha analizado el impacto de la subida del nivel medio del mar sobre las playas estudiadas reflejado en el retroceso de la línea de orilla, es importante considerar que este no es el único efecto que puede conllevar consigo. Así pues, un impacto todavía de mayor gravedad producido por el ascenso del nivel medio del mar son las inundaciones. En función del orden de magnitud de las proyecciones de incremento y de la situación existente en el trasdós de las playas, se pueden producir inundaciones que, combinadas con el efecto de retroceso de las playas, tendrían con unas consecuencias físicas terribles.

En el caso de Barcelona, al estar el trasdós de las playas totalmente urbanizado, unas inundaciones potenciales supondrían graves afecciones al entorno urbano, con las consecuencias económicas e impactos sobre la vida humana correspondientes.

Para ilustrar el peor de los casos posibles, y tal y como se ha indicado en la Tabla 16, las proyecciones del Panel Intergubernamental de expertos para el Cambio Climático (IPCC) recogidas en su Assessment Report 5 (AR5) apuntan a una subida del nivel medio del mar de casi **1 metro** en el año 2100, suponiendo el escenario de emisiones de gases de efecto invernadero por parte de la acción humana más desfavorable (RCP8.5). Como ya se ha demostrado en los cálculos de retroceso realizados, en el año 2100 las playas de la Barceloneta estarían totalmente erosionadas, con lo que esta ascensión de 1 metro supondría la incisión del mar en las zonas urbanas de la ciudad inmediatas a la costa.

Se ha consultado un simulador de inundaciones de internet (Flood Maps) que permite consultar cómo quedaría cualquier zona del planeta con la subida del nivel del mar debido al calentamiento global. En dicho simulador se puede indicar el ascenso proyectado para posteriormente consultar sus efectos.

Así, en la Figura 69 se adjunta el resultado obtenido de proyectar en el simulador un ascenso de 1 metro previsto para finales de Siglo XXI en el área de las playas de Barcelona.



Figura 69. Simulación de la inundación del ámbito de Barcelona debido al incremento del nivel medio del mar de 1 metro
Fuente: Flood Maps

Como se puede observar, el ámbito ubicado al sur del Port de Barcelona se vería muy afectado por las inundaciones. Las consecuencias sobre las playas del ámbito de estudio, al norte del puerto, no se pueden apreciar con claridad, ya que el simulador solo permite ver los efectos a gran escala. Así, al realizar un zoom hacia la zona de la Barceloneta, la calidad de la imagen no es aceptable y no se pueden apreciar los efectos de la subida del mar, aunque como se ha justificado anteriormente, es de esperar que su entorno sea susceptible de ser inundado.

Se debe destacar que las inundaciones producidas por la subida del nivel del mar no tendrían los mismos efectos en todo el ámbito de estudio considerado. Así, tal y como muestran las fotografías propias incluidas en la Figura 70, en el trasdós de las playas de Somorrostro y la Barceloneta, el paseo marítimo Mare Nostrum está elevado unos 3 metros aproximadamente, lo que implica que una subida del mar de 1 metro no afectaría a la zona urbana de la Barceloneta. Sin embargo, en el trasdós de las playas de Sant Miquel y de Sant Sebastià, el final del paseo marítimo y la Plaça del Mar están al mismo nivel que las playas, con lo que la subida del nivel del mar sí tendría graves consecuencias en estas áreas. Así pues, se concluye que en 2100 las zonas bajas de la Barceloneta quedarían inundadas debido a la subida del nivel medio del mar, suponiendo esto unas importantes pérdidas físicas y económicas.



Figura 70. Fotografías propias del trasdós de las playas. Superiores: paseo marítimo Mare Nostrum elevado. Panorámica inferior: Plaça del Mar, al nivel de las playas
Fuente: Fotografías propias

3.8.-Resultados del retroceso de las playas

Se adjuntan en este apartado los resultados obtenidos del cálculo del retroceso de las playas de la zona de estudio en los años 2030, 2050 y 2100, teniendo en cuenta las contribuciones de la dinámica costera reflejadas en la tasa de erosión de años anteriores y del cambio climático, reflejado en el incremento del nivel medio del mar.

3.8.1.- Resultados analíticos

En las Tablas 19, 20 y 21 se muestran los valores del retroceso calculado para los años 2030, 2050 y 2100 respectivamente, comparándolos con el ancho medio de cada playa.

Retroceso total año 2030				
Playa	Ancho medio (m)	Retroceso por tasa de erosión (m)	Retroceso máximo por Δ NMM (m)	Retroceso total (m)
Sant Sebastià	48,42	-20,80	-16,00	-36,80
Sant Miquel	73,67	-20,80	-16,00	-36,80
Barceloneta	53,73	-19,20	-16,00	-35,20
Somorrostro	78,48	-19,20	-16,00	-35,20

Tabla 19. Resultados del cálculo del retroceso de las playas para el año 2030

Retroceso total año 2050				
Playa	Ancho medio (m)	Retroceso por tasa de erosión (m)	Retroceso máximo por Δ NMM (m)	Retroceso total (m)
Sant Sebastià	48,42	-46,80	-32,00	-78,80
Sant Miquel	73,67	-46,80	-32,00	-78,80
Barceloneta	53,73	-43,20	-32,00	-75,20
Somorrostro	78,48	-43,20	-32,00	-75,20

Tabla 20. Resultados del cálculo del retroceso de las playas para el año 2050

Retroceso total año 2100				
Playa	Ancho medio (m)	Retroceso por tasa de erosión (m)	Retroceso máximo por Δ NMM (m)	Retroceso total (m)
Sant Sebastià	48,42	-111,80	-98,00	-209,80
Sant Miquel	73,67	-111,80	-98,00	-209,80
Barceloneta	53,73	-103,20	-98,00	-201,20
Somorrostro	78,48	-103,20	-98,00	-201,20

Tabla 21. Resultados del cálculo del retroceso de las playas para el año 2100

Los valores mostrados en color rojo indican que son mayores que el ancho medio de la playa considerada, lo que significa que ésta se habrá erosionado completamente en el año al que corresponda la tabla.

3.8.2.- Resultados digitalizados

3.8.2.1 Retroceso global del ámbito de estudio

En la Figura 71 se muestra la representación cartográfica del retroceso de la línea de orilla de las cuatro playas del ámbito de estudio calculada para el año 2030, debido a la contribución de los componentes del incremento del nivel medio del mar y de las tasas de evolución de años anteriores.



Figura 71. Representación cartográfica del retroceso de las playas en el año 2030
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

Aunque posteriormente se analizan detalladamente los resultados obtenidos, solamente destacar que en el año 2030 aún no se habrán erosionado las playas completamente, aunque como se puede observar en la imagen, el ancho medio que quedará disponible será bastante reducido.

Solamente en la parte central de la playa de la Barceloneta, que es la más crítica de todo el ámbito de estudio, la playa se habrá erosionado completamente.

En la Figura 72 se muestra la digitalización del retroceso del ámbito de estudio, en este caso previsto para el año 2050:



Figura 72. Representación cartográfica del retroceso de las playas en el año 2050
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

Destacar que para el año 2050, los efectos de la dinámica costera y del incremento del nivel medio del mar ya tendrán consecuencias físicas muy severas en las playas de la Barceloneta. Como se observa en la imagen anterior, prácticamente todo el ámbito se habrá erosionado, excepto el extremo norte de la playa de Somorrostro, que es la que tiene un ancho medio mayor.

La línea discontinua es un indicador del punto hasta donde llegaría la erosión en caso de que el trasdós de las playas no estuviese urbanizado. Al no ser así, el máximo retroceso posible de la playa se da hasta el límite con la zona artificializada.

Finalmente, se adjunta en la Figura 73 la representación cartográfica del retroceso obtenido para finales de Siglo XXI, es decir en el año 2100.



Figura 73. Representación cartográfica del retroceso de las playas en el año 2100
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

Para finales de siglo, los impactos del cambio climático sobre la costa de Barcelona ya se pueden considerar muy agresivos. Así, las cuatro playas al completo habrán desaparecido si antes no se lleva a cabo ninguna actuación de prevención o mitigación de los efectos.

Otra vez, la línea discontinua indica que la erosión potencial todavía podría ser mucho más agresiva de lo que será.

3.8.2.2 Detalle de la evolución de cada playa

Se adjuntan las digitalizaciones realizadas de la evolución de la línea de orilla en los tres años contemplados del Siglo XXI (2030, 2050 y 2100), de forma detallada para cada una de las playas que conforman el ámbito de estudio.

Estas representaciones permitirán tener una idea clara de cómo evolucionará el proceso erosivo de las playas per efecto de la subida del nivel del mar y de la dinámica costera, y también de cuál será la situación física de uno de los principales centros turísticos de la ciudad de Barcelona.

La Figura 74 muestra la representación cartográfica de la evolución de la línea de orilla de la playa de Sant Sebastià a lo largo del siglo XXI.



Figura 74. Digitalización de la evolución de la línea de orilla de la Playa de Sant Sebastià
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

La línea verde 2050 real no se observa en la imagen porque se solapa con la real de 2100. Es decir, que a mitad de siglo la playa de Sant Sebastià ya se habrá erosionado.

Las Figuras 75 y 76 muestran la representación cartográfica de la evolución de la línea de orilla de las playas de Sant Miquel y la Barceloneta a lo largo del siglo XXI.



Figura 75. Digitalización de la evolución de la línea de orilla de la playa de Sant Miquel
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)



Figura 76. Digitalización de la evolución de la línea de orilla de la playa de la Barceloneta
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

Finalmente, en la Figura 77 se muestra la digitalización de la evolución de la playa de Somorrostro durante el siglo XXI.



Figura 77. Digitalización de la evolución de la línea de orilla de la playa de Somorrostro
Fuente: Elaboración propia (modificada del ICC)

3.9.-Discusión general de los resultados

3.9.1.- Conclusiones sobre el retroceso obtenido

A partir de los resultados analíticos y gráficos obtenidos del análisis del retroceso de las playas de la Barceloneta a lo largo del siglo XXI, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- En el año 2030, los procesos erosivos ya serán notorios en el ámbito de las cuatro playas, aunque todavía no habrán desaparecido completamente. Así, el retroceso total esperado es de 36,80 metros en las playas de Sant Sebastià y Sant Miquel, y de 35,20 metros en las playas de la Barceloneta y Somorrostro, siendo su ancho medio de 48.42, 73.67, 53.73 y 78.48 metros respectivamente. Así pues, las playas de Sant Sebastià y de La Barceloneta quedaran en una situación crítica.
- Observando la Figura 76, se concluye que las secciones centrales de la playa de la Barceloneta constituyen el tramo más crítico, ya que en 2030 se habrá erosionado por completo.
- La reducción considerable del ancho medio en 2030 hace suponer que la presión de usos por parte de la población a la que se verán sometidas las playas será todavía más elevado de lo que lo es actualmente.
- A mitad de siglo XXI, en el año 2050, tres de las cuatro playas ya se habrán erosionado completamente, y el ancho medio restante de la playa de Somorrostro será solamente de 3 metros aproximadamente.
- Así pues, se puede considerar que el cambio climático y la dinámica costera tendrán unos impactos negativos significativos en menos de 40 años, generando una serie de conflictos sociales que deberán ser afrontados. Las playas de la Barceloneta, focos centrales de producción económica y de atracción turística de la ciudad, desaparecerán.
- En el año 2100, los impactos ya serán totalmente negativos. El retroceso potencial será de 209,80 metros en las playas de Sant Sebastià y Sant Miquel y de 201,20 metros en las playas de La Barceloneta y de Somorrostro.
- En relación a los resultados del punto anterior, es importante destacar que el retroceso no será mayor al ancho de las playas actuales debido a que el trasdós de las mismas se encuentra rigidizado. Así, el final de las playas del ámbito de estudio limita con la zona urbana del barrio de la Barceloneta, y concretamente con el Paseo Marítimo Mare Nostrum. Si las playas se extendiesen más, la erosión se proyectaría hasta los valores indicados en la Tabla 21.
- Es importante tener en cuenta el fenómeno del incremento del nivel del mar no solamente en términos erosivos, sino también de inundaciones. Así pues, al estar las playas erosionadas completamente en el año 2050 y a finales de siglo, se espera que una subida del nivel del mar provoque la inclusión del mar en las zonas bajas del

ámbito de estudio, ubicadas en la Plaza del Mar, a la altura del final de la playa de Sant Sebastià y del inicio de la de Sant Miquel, ya que estas se encuentran al nivel de la playa. En el trasdós de las playas de la Barceloneta y Somorrostro, los efectos no serán notorios, ya que el paseo marítimo Mare Nostrum se encuentra elevado unos 3 metros sobre el nivel de las playas.

- Observando las Tablas 19, 20 y 21, se concluye que la contribución al retroceso por parte de la dinámica costera es ligeramente superior a la contribución del aumento del nivel del mar. Este fenómeno se analiza detalladamente en el siguiente apartado.
- Finalmente destacar que, tal y como se ha explicado en los apartados correspondientes de cálculo del retroceso por la contribución de la dinámica costera (*Apartado 3.7.1.3*) y de la subida del nivel del mar (*Apartado 3.7.2.2*), los resultados obtenidos tienen ciertas limitaciones debido a las hipótesis que incluyen los procesos de cálculo. Dichas limitaciones se han descrito en los apartados citados.

3.9.2.- Peso de la contribución al retroceso de las playas

Se ha realizado una evaluación comparativa de la contribución de los dos fenómenos considerados (dinámica costera y subida del nivel del mar) al retroceso de las playas, para cada uno de los años estudiados.

Los resultados obtenidos para el año 2030 se presentan en la Tabla 22, y la comparación porcentual de las contribuciones se muestra gráficamente en la Figura 78.

Contribución al retroceso de la línea de orilla año 2030		
Fenómeno	Retroceso medio (m)	Porcentaje (%)
Tasas de evolución	-20,00	55,56
Δ NMM	-16,00	44,44
Total	-36,00	100,00

Tabla 22. Contribución al retroceso de la línea de orilla de las playas. Año 2030

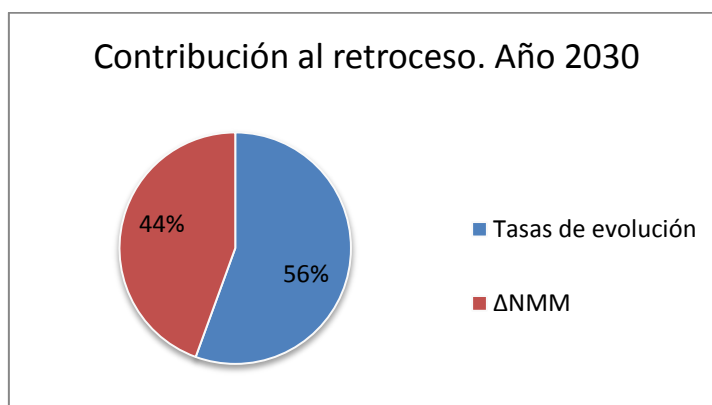


Figura 78. Porcentajes de la contribución al retroceso, año 2030
Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos para el año 2050 se muestran en la Tabla 23 y la Figura 79:

Contribución al retroceso de la línea de orilla año 2050		
Fenómeno	Retroceso medio (m)	Porcentaje (%)
Tasas de evolución	-45,00	59,84
Δ NMM	-32,00	42,55
Total	-75,20	100,00

Tabla 23. Contribución al retroceso de la línea de orilla de las playas. Año 2050

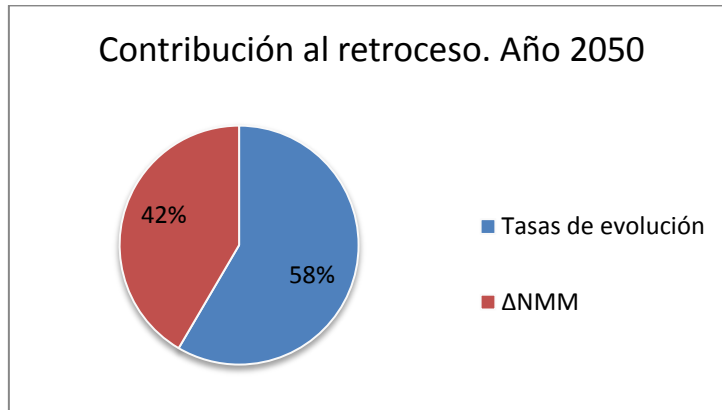


Figura 79. Porcentajes de la contribución al retroceso, año 2050
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Tabla 24 y en la Figura 80 se presentan los resultados comparativos obtenidos para el año 2100:

Contribución al retroceso de la línea de orilla año 2100		
Fenómeno	Retroceso medio (m)	Porcentaje (%)
Tasas de evolución	-107,50	52,31
Δ NMM	-98,00	47,69
Total	-205,50	100,00

Tabla 24. Contribución al retroceso de la línea de orilla de las playas. Año 2100

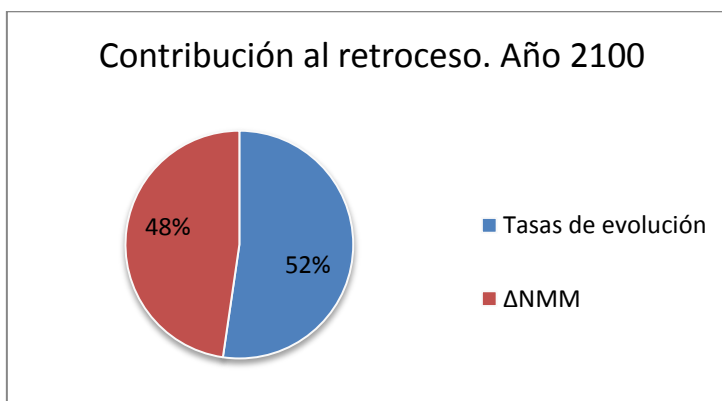


Figura 80. Porcentajes de la contribución al retroceso, año 2100
Fuente: Elaboración propia

De los resultados mostrados anteriormente, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Las contribuciones de la dinámica costera y del incremento del nivel medio del mar a la regresión de la línea de orilla de las playas del ámbito de estudio son similares a lo largo del siglo XXI.
- La contribución de la dinámica costera, calculada a partir de las tasas de erosión de años anteriores, es ligeramente superior a la aportación del cambio climático.
- Estos resultados se han obtenido teniendo en cuenta el escenario más crítico (RCP8.5) de los proyectados por el IPCC respecto a la subida del nivel medio del mar. Esto significa que, en caso de que la situación futura no fuera tan agresiva en relación a la emisión humana de gases (que es lo previsible), la tendencia a la erosión de las playas debido a la acción de la ascensión del nivel del mar disminuiría considerablemente.
- Asimismo, las tasas de erosión de años pasados, a partir de las cuales se ha determinado el retroceso debido a la dinámica costera, no tienen por qué coincidir con las proyecciones futuras. Estos valores dependen de varios factores: el grado de uso y explotación de las playas, la presencia de estructuras como diques o espigones, etc. Así pues, en función de estos componentes, la contribución de la dinámica costera a la regresión de la costa es mayor o menor.

3.9.3.- Consecuencias sobre la definición de la zona costera

Vistos los resultados obtenidos, la conclusión más clara y evidente que se puede sacar es que la costa es un elemento dinámico, que evoluciona con el tiempo en función de la acción de muchos agentes.

En el caso del ámbito de estudio de esta tesina, la tendencia de la línea de orilla será claramente de retroceso en el futuro.

Tal y como se ha descrito en la primera parte de la tesina, la definición de las zonas costeras dependen de la situación en cada momento. Es decir, los criterios físicos delimitadores por ejemplo, se establecen en función de la disposición actual del litoral. Esto significa que si con el tiempo se producen cambios evolutivos considerables, los criterios según los que se establecen las delimitaciones que regulan los usos de la costa, deben evolucionar paralelamente.

Pero esta evolución no es solamente aplicable al punto de vista físico de la definición de la zona costera, sino a todos los criterios. Así pues, las regulaciones de usos en la costa también deben modificarse en función de si se produce una acreción o una erosión de las playas, y las medidas para preservar los valores ecológicos del litoral también deben actualizarse.

En resumen, la definición de la zona costera, en todos sus criterios, debe ser dinámica y evolucionar “paralelamente” al avance o retroceso real de la línea de costa.

Capítulo 4

4.- Conclusiones finales

En esta tesina se ha realizado un análisis detallado de los conflictos que implica la definición de la zona costera, tanto en la actualidad como en perspectivas de futuro. Para ello, se ha descrito la definición del ámbito costero en el contexto de la situación actual en España, desde un punto de vista físico, socioeconómico, ecológico y portuario. Se ha realizado también un caso de estudio específico sobre las playas del barrio de la Barceloneta, en Barcelona, que ha permitido evaluar la evolución de la línea de orilla en ese ámbito concreto durante el siglo XXI, teniendo en cuenta la contribución de la evolución costera actual y la influencia de los efectos del cambio climático, reflejados básicamente en un incremento del nivel medio del mar. Con todo ello, los objetivos planteados para la ejecución de la tesina se consideran cumplidos.

Del trabajo realizado en esta tesina, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- La costa es un elemento dinámico, sometido continuamente a cambios morfológicos debido a diferentes agentes, como son la acción humana o la dinámica del oleaje, entre otros. Así pues, la línea de orilla de las zonas litorales está permanentemente evolucionando, y en los tiempos actuales, en forma de retroceso.
- Frente a lo expuesto en el punto anterior, es imprescindible que la definición de la zona costera evolucione de forma paralela a como ésta lo hace realmente. Es decir, los criterios que regulan las delimitaciones físicas, los usos, y los valores ecológicos y portuarios de los ámbitos costeros, deben actualizarse constantemente de acuerdo a la situación en cada momento.
- Un claro ejemplo de esta adaptación es el reflejado en la Modificación de la Ley de Costas de 2013, que consiste en una “actualización” de la Ley de 1988. Así pues, ésta Modificación incluye nuevos criterios según ha evolucionado la zona costera en los últimos años. El punto más representativo es el de la reducción de los límites de la servidumbre de protección de 100 a 20 metros. El motivo de esta variación no es otro que el de suavizar los niveles de protección de la ribera frente a las quejas sociales y a la ocupación masiva de las zonas próximas al mar, en beneficio del desarrollo de actividades económicas.
- La definición de la zona costera constituye una tarea realmente compleja. La tendencia simple y usual es la de contextualizar el ámbito físico y el entorno en el cual se ubica el litoral costero. Sin embargo, son muchos otros criterios los que implican la definición, ya que se trata de una zona en la que confluyen una gran cantidad de intereses sociales, y en la que se desarrollan numerosas y diversas actividades, lo que contribuye a su degradación. Por eso, se debe establecer la definición de la zona costera desde varios puntos de vista que permitan regular la explotación de estas áreas, con el fin de preservar sus valores naturales, sociales y económicos.

- Así pues, concluyendo lo expuesto en el punto anterior, se considera imprescindible incorporar a la definición de la zona costera los criterios ecológicos, socioeconómicos y portuarios, frente a la tendencia a establecer solamente la definición física.
- La importancia que hoy en día tienen las zonas costeras se debe a la “invasión” progresiva que se ha ido produciendo desde finales del siglo XIX. Antes, las zonas litorales se consideraban inapropiadas para llevar a cabo cualquier actividad, ya fuera constructiva o productiva. Sin embargo, se produjo un cambio en esta perspectiva, y la costa pasó a convertirse en puntos clave del territorio, no solo para la masa social, sino también para los organismos y entidades.
- En las zonas en las que coinciden puerto y playa, es importante que converjan las definiciones física y portuaria del ámbito costero, con el fin de establecer la regulación de usos más favorable.
- En referencia al análisis realizado de los impactos futuros sobre la zona costera de las playas del barrio de la Barceloneta, se puede concluir que las consecuencias esperadas a mediados y finales del siglo XXI serán drásticas física, social y económicamente.
- Se espera para el año 2030 un retroceso de 36,80 metros en las playas de Sant Sebastià y Sant Miquel y de 35,20 metros en las de la Barceloneta y Somorrostro, siendo el ancho medio de las playas de 48.42, 73.67, 53.73 y 78.48 metros respectivamente.
- En el año 2050 se espera una regresión de entre 75 y 78 metros, lo que supone que prácticamente la totalidad de las playas ya estará erosionada.
- Para finales de siglo, en 2100, se ha calculado un retroceso potencial de 200 a 210 metros. Cabe destacar que éste sería el retroceso en caso de que el trasdós de las playas existentes, en vez de estar rigidizado por la presencia del paseo marítimo Mare Nostrum, estuviese compuesto por más metros de playa. Al no ser así y estar urbanizada la parte posterior de la playa, la erosión máxima se producirá hasta el límite donde confluyen la playa con la zona artificializada de la Barceloneta.
- Se debe destacar que estos cálculos de retroceso se han realizado sumando la contribución de las tasas de evolución con datos entre 1957 y 2004, y la contribución del cambio climático, reflejada en una subida del nivel medio del mar. La suma de estos dos componentes obliga a que la definición de la zona costera sea todavía más dinámica, ya que los retrocesos obtenidos son inasumibles en muchas de las zonas costeras urbanizadas del planeta, como por ejemplo las playas analizadas de Sant Sebastià, Sant Miquel, La Barceloneta y Somorrostro.
- Se ha demostrado que la contribución a la regresión de la línea de orilla de las playas del ámbito de estudio de las dos componentes mencionadas en el punto anterior será similar durante el siglo XXI. Eso sí, suponiendo el escenario de emisiones de gases de efecto invernadero más crítico (escenario RCP8.5 según el IPCC), que es el que da lugar a un incremento del nivel medio del mar más grande. En caso de que estos escenarios de emisiones no fueran tan agresivos (que es lo que se espera), la contribución de la dinámica costera a la regresión de las playas sería mucho mayor.

- Los efectos del cambio climático no solamente se ven reflejados en procesos erosivos. El aumento del nivel medio del mar puede provocar un fenómeno muy agresivo: las inundaciones. En el caso del ámbito de estudio de esta tesina, estas tendrían unos impactos significativos a finales de siglo, ya que las playas estarían totalmente erosionadas, lo que supone que el alcance del mar sería inmediato en las zonas urbanas. Concretamente, el trasdós de las playas de Sant Miquel y Sant Sebastià se encuentra al mismo nivel de las playas, lo que significa que el incremento del nivel del mar conllevará la inundación de las zonas urbanas adjuntas a la costa, especialmente la Plaza del Mar.
- Los efectos de las inundaciones no serían notorios en las zonas urbanas existentes en el trasdós de las playas de la Barceloneta y Somorrostro, ya que este queda definido por el paseo marítimo, que está elevado aproximadamente unos 3 metros. Así, la ascensión proyectada por el IPCC de 1 metro, suponiendo el más crítico de los casos, no tendría afecciones directas en estos ámbitos.
- Es muy importante al realizar un análisis como el incluido en esta tesina, tener en cuenta todas las limitaciones que tienen los cálculos realizados, y cómo pueden afectar a los resultados finales. En función del número y de la magnitud de estas limitaciones, las proyecciones obtenidas se asemejan en mayor o menor grado a la realidad.
- Al terminar el análisis de los conflictos futuros en las playas de la Barceloneta, se ha concluido que el software de Sistema de Información Geográfica ArcGis utilizado, constituye una herramienta muy potente y útil para digitalizar a escala real los efectos del cambio climático sobre las zonas costeras, así como también para definir distancias y medidas sobre ortofotos.
- Vistos los efectos que se espera se produzcan sobre los ámbitos costeros a mediados y finales del siglo XXI, es evidente que las consecuencias físicas serán muy adversas. Según las previsiones, muchas de las áreas litorales que actualmente están en regresión acabarían desapareciendo, lo que supondría unos impactos sociales y económicos muy graves para el país. Por un lado, la población se vería perjudicada al perder uno de los principales focos de residencia y turismo, y por otro lado, las entidades privadas, sobre todo las del sector de la construcción y explotación turística, también se verían gravemente afectadas, ya que la afluencia a las zonas sería muy inferior al no disponer del principal elemento de uso, las playas.
- Se concluye finalmente que, si en un futuro se quieren preservar la existencia de las zonas costeras, será imprescindible realizar actuaciones de prevención o mitigación de los efectos del cambio climático y la dinámica costera.

Capítulo 5

5.- Futuras líneas de estudio

Dada la complejidad del tema tratado en esta tesina, hay ciertos aspectos que no se han podido incluir en la misma, y que son necesarios para la comprensión de los conflictos presentes y futuros que conlleva y conllevará la gestión de las zonas costeras. Además, durante el desarrollo de la investigación han surgido nuevas cuestiones que permitirían profundizar lo incluido en él y mejorar el análisis realizado.

Por este motivo, se proponen a continuación una serie de puntos de partida para futuras líneas de estudio:

- La contribución de la dinámica costera al retroceso de la línea de la orilla de las playas del barrio de la Barceloneta, se ha realizado a partir de datos de tasas de evolución comprendidos entre 1957 y 2004. Así pues, sería de interés realizar un estudio de la evolución de las playas desde el año 2004 hasta la actualidad e incluirlo en el análisis realizado, ya que la construcción de elementos como el dique exento en 2007 pueden haber inducido cambios en la dinámica evolutiva de las líneas de orilla.
- En esta tesina se ha realizado el cálculo de los efectos que la dinámica costera y el cambio climático tendrán sobre las playas consideradas a medio y largo plazo, en los años 2030, 2050 y 2100. Así pues, aunque es de esperar que los impactos no sean tan agresivos como los obtenidos para dichos cálculos, se considera que sería útil para la sociedad establecer un análisis a corto plazo, es decir para los próximos años (hasta 2020, por ejemplo), con el fin de conocer cuál puede ser la situación costera en un futuro más cercano.
- En base a los resultados obtenidos referentes al retroceso potencial de las playas del ámbito de estudio a lo largo del siglo XXI, se considera necesario para el futuro realizar un análisis de posibles medidas o actuaciones de prevención/mitigación de los efectos del cambio climático y la dinámica costera. Será también de vital importancia para generaciones futuras cuantificar el coste económico que supondrá el cambio climático, es decir, establecer una valoración de estas medidas que se tomarán para mitigar sus efectos y proteger a las poblaciones costeras.
- Finalmente, en base a los conflictos futuros esperados, se considera importante establecer nuevas definiciones de la zona costera desde un punto de vista físico, socioeconómico, ecológico y portuario para finales del Siglo XXI.

Capítulo 6

6.- Bibliografía

6.1.-Referencias bibliográficas

- Barragán, J.M. (2011). *Evaluación de los ecosistemas litorales de España*. Universidad de Cádiz.
- Bird, E. (1996). *Beach Management*. Ed. John Wiley & Sons. University of Chichester.
- Brunn, P. (1962). *Sea-level rise as a cause of shore erosion*. American Society of Civil Engineers Proceedings, Journal of Water Ways and Harbors Division.
- Chica, J.A. y Barragán, J.M. (2011). *Estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas litorales de Andalucía*. Universidad de Cádiz.
- CIIRC (2010). *Llibre Verd de l'estat de la zona costanera a Catalunya, 2010*. Barcelona.
- De Guerrero, M.C. (2011). *Derecho Administrativo II. Capítulo 9: Costas. El Dominio Público Marítimo Terrestre*. Universidad de Zaragoza.
- Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, AEMET, Centro Nacional de Educación Ambiental (2013). *Cambio Climático: Bases Físicas*. Guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC.
- Jefatura del Estado (1988). *Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas*. BOE número 181, de 29 de julio de 1988. Madrid.
- ICC (2010). *Especificacions tècniques de l'ortofoto de Catalunya*. Institut Cartogràfic de Catalunya.
- IPCC (2013). *Climate Change 2013. The physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC (2013). *Resumen para responsables de políticas. En: Cambio Climático 2013: Bases Físicas. Contribución del Grupo I de Trabajo al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos.

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2008). *Directrices para el tratamiento del borde costero*. Madrid.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2008). *Directrices sobre actuaciones en playas*. Madrid.
- Ministerio de Fomento (2011). *Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante*. BOE número 253, de 20 de octubre de 2011. Madrid.
- Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (1989). *Real Decreto 1471/1989, de 1 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento general para el desarrollo y ejecución de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas*. BOE número 297, de 12 de diciembre de 1989. Madrid.
- Orduña, F. (2007). *Aplicaciones de software SIG: ArcGis 9.2. Lección 1: Introducción a ArcGis Desktop*. UNIGIS Girona. 9ª Edición España. Universtat de Girona.
- Parada, R. (2011). *Manual de Derecho Administrativo III. Bienes Públicos. Urbanismo*.
- RISES-AM- (2013). *Responses to Coastal climate change: Innovate Strategies for high End Scenarios – Adaptation and Mitigation*. EU Research Project.
- Ros, D. (2014). *Zonificación de la costa Noroccidental del Mediterráneo para la evaluación de los riesgos asociados al cambio climático*. Trabajo Final Carrera ETSECCPPB – UPC, Barcelona.
- Sherman, D. y Bauer, B. (1993). *Coastal geomorphology through the looking glass. Geomorphology: 7*.
- Suárez, J.L (2011). *Atlas para la planificación espacial marítima*. Universidad de Sevilla.
- Suárez, J.L. (2005). *Delimitación y definición del espacio litoral*. Universidad de Sevilla.
- Tomàs, M. (2013). *Análisis integral de la evolución de las playas urbanas de Barcelona. Aplicación de la técnica analítica, numérica y de sistemas de información geográfica*. Trabajo Final de Grado ETSECCPPB – UPC, Barcelona.
- Torres, F.J. (2009). *La ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre*. Investigaciones Geográficas, núm. 50. Universidad de Alicante.
- Zorio, V. (1989). *Dominio Público Marítimo y Marítimo-Terrestre*. Revista de Obras Públicas, págs. 731 a 754.

6.2.-Portales de internet

- www.magrama.gob.es Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
- www.icc.cat Institut Cartogràfic de Catalunya
- www.portvellbcn.com Port Vell de Barcelona
- www.bcn.cat Ajuntament de Barcelona
- www.gestion-calidad.com Medio Ambiente, Normativa de Aguas
- www.portdebarcelona.cat Autoridad Portuaria de Barcelona
- www.wikipedia.org Wikipedia
- www.commonswikimedia.org Wikimedia Commons
- www.parquesnaturalesdeandalucia.com Parques Naturales de Andalucía
- www.fotosdebarcelona.com Fotos históricas de Barcelona
- www.visitesestartit.com Ayuntamiento de l'Estartit
- www.ambientum.com Portal Profesional de Medio Ambiente
- www.marineplan.es Marine Plan (2011)
- www.lacomunidad.elpais.com Diario El País, Blog la Comunidad

