

Proyecto "MAR"

EVALUACIÓN DE LA PRESIÓN DEL FONDEO EN LAS PRADERAS DE *POSIDONIA OCEANICA*



Ajuntament de
Calvià Mallorca



Proyecto elaborado desde el **Servei de Medi Natural i Urbà**, con la implicación de:

Dirección:

Antonio García Moles

Paquita Muñoz Alcaraz

Jaume Carbonero Malberti

Juan Recasens Oliver

Coordinación:

Eduardo Cózar Chillerón

M^a Francisca Sánchez Font

Responsables del estudio:

Victoria Llabrés Noguera

Albert Ferrer Giménez

Ignacio Escribano Padilla

Participantes:

Inés Castejón Silvo

Jaime Ros Matheu (AiguaSolutions)

Álex Bensedik (Palma Diving)

IFOC

Colaboradores:

Cruz Roja

Protección Civil

Club Náutico de Santa Ponça

Apnea Mallorca

Cruceros Mansaya SL.

ZOEA

IZURUS

Índice de Contenidos

Pág.

Memoria

1. Introducción.....	13
1.1. La importancia y problemática del litoral Mediterráneo	
1.2. Calvià como destino turístico	
1.3. El litoral de Calvià	
1.4. El turismo náutico	
2. Antecedentes.....	18
3. Justificación del estudio y objetivos.....	20
4. Marco jurídico.....	21
4.1. Nivel internacional	
4.2. Nivel europeo	
4.3. Nivel estatal	
4.4. Nivel autonómico	
5. Inventario ambiental.....	26
5.1. Medio físico	
5.1.1. Ámbito terrestre	
5.1.2. Ámbito marino	
5.2. Medio biológico	
5.2.1. Biodiversidad marina	
5.2.2. Hábitats y ecosistemas marinos	
5.3. Medio socioeconómico	
5.3.1. Población	
5.3.2. Empleo	
5.3.3. Actividad económica	
5.3.4. Sector náutico	
5.3.5. Espacios naturales protegidos y zonas de interés natural	
6. Material y métodos.....	105
6.1. Área de estudio	
6.2. Diseño muestral	
7. Diagnóstico fondeo-posidonia.....	114
7.1. Evaluación de la presión de embarcaciones	
7.2. Caracterización de las praderas de <i>Posidonia oceanica</i>	
7.2.1. Santa Ponça	
7.2.2. Portals Vells	
7.3. Interpretación de los resultados	
7.4. Análisis DAFO	
8. Propuestas y pautas de gestión.....	148
8.1. Evaluación y asignación de objetivos	

8.1.1. Evaluación	
8.1.2. Asignación de objetivos	
8.2. Propuestas de actuación	
8.2.1. Santa Ponça	
8.2.2. Portals Vells	
8.2.3. Tipología de fondeo	
8.3. Planteamiento de alternativas	
8.3.1. Sistemas de anclajes	
8.3.2. Recomendación de alternativa de anclajes	
8.4. Resumen propuestas y alternativas	
8.5. Propuesta de ordenación náutica	
8.5.1. Santa Ponça	
8.6. Pautas del plan de gestión	
9. Plan de sensibilización.....	182
9.1. Programa de actividades de educación ambiental	
9.2. Talleres de educación ambiental	
9.3. Jornadas de limpieza y concienciación ambiental	
9.4. Limpieza del fondo marino y litoral	
9.5. Cazasubfoto en apnea	
9.6. Campaña de concienciación y sensibilización	
10. Consideraciones finales.....	196
11. Bibliografía.....	198
Anejos	
12. Reportaje fotográfico.....	205
12.1. Presión de embarcaciones	
12.2. Evaluación de la <i>Posidonia oceanica</i>	
13. Diagnóstico.....	236
13.1. Datos descriptores de las praderas de <i>Posidonia oceanica</i> en Santa Ponça y Portals Vells	
13.2. Datos recuento de embarcaciones fondeadas en el litoral de Calvià	
14. Metodología y cálculos. Capacidad de carga.....	251
14.1. Hipótesis de distribución	
14.2. Hipótesis de profundidad	
14.3. Hipótesis de cálculo	
14.3.1. Hipótesis y cálculos en fondeo libre. Santa Ponça	
14.3.2. Hipótesis y cálculos del fondeo en boya. Santa Ponça	
14.4. Coordenadas	

Planos

Índice de Figuras

Pág.

Figura 1.1. Municipio de Calvià.....	14
Figura 1.2. Evolución de la población de Calvià entre los años 1900 y 2009.....	15
Figura 5.1. Media mensual de la serie histórica de precipitaciones.....	28
Figura 5.2. Periodos de aridez y humedad en Calvià.	29
Figura 5.3. Evolución de las temperaturas mensualmente en Palma Portopí.....	31
Figura 5.4. Evolución de la velocidad del viento en Santa Ponça.....	34
Figura 5.5. Distribución de las frecuencia de las velocidades en Santa Ponça.....	35
Figura 5.6 y 5.7. Rosa de vientos. A la izquierda invierno, a la derecha primavera.....	36
Figura 5.8 y 5.9. Rosa de vientos. A la izquierda verano, a la derecha otoño.....	36
Figura 5.10. Evolución de la velocidad del viento en Portals Vells.....	37
Figura 5.11. Distribución de las frecuencia de las velocidades en Portals Vells.....	38
Figura 5.12 y 5.13. Rosa de vientos. A la izquierda Invierno, a la derecha primavera.....	39
Figura 5.14 y 5.15. Rosa de vientos. A la izquierda verano, a la derecha otoño.....	39
Figura 5.16. Sistema de playa-duna y sus sensibilidad.....	41
Figura 5.17. Perfil batimétrico de Santa Ponça.....	43
Figura 5.18. Mapa identificativo del fondo marino de Santa Ponça.....	46
Figura 5.19. Mapa morfológico de Santa Ponça.....	47
Figura 5.20. Localización de los perfiles estratigráficos de Santa Ponça.....	47
Figura 5.21. Perfil acústico nº 3. Santa Ponça.....	49
Figura 5.22. Evolución de la Hs en Santa Ponça.....	50
Figura 5.23. Evolución del Tm en Santa Ponça.....	50
Figura 5.24. Evolución del Tp en Santa Ponça.....	51
Figura 5.25. Distribución del periodo de pico y de altura significativa de ola en Santa Ponça.....	51
Figura 5.26. Relación de las frecuencias de alturas significativas de ola y periodos de pico en Santa Ponça.....	52
Figura 5.27 y 5.28. Rosa de oleaje. A la izquierda invierno, a la derecha primavera en Santa Ponça.....	53
Figura 5.29 y 5.30. Rosa de oleaje. A la izquierda verano, a la derecha otoño en Santa Ponça.....	53
Figura 5.31. Distribución de la altura significativa de ola y de las direcciones del oleaje en Santa Ponça.....	54
Figura 5.32. Relación de las frecuencias de alturas significativas de ola y direcciones de procedencia en Santa Ponça.....	54
Figura 5.33. Régimen medio de alturas significativas de ola en Santa Ponça.....	56
Figura 5.34. Evolución de la Hs en Portals Vells.....	57
Figura 5.35. Evolución del Tm en Portals Vells.....	57
Figura 5.36. Evolución del Tp en Portals Vells.....	58
Figura 5.37. Distribución del periodo de pico y de altura significativa de ola en Portals Vells.....	58
Figura 5.38. Relación de las frecuencias de alturas significativas de ola y periodos de pico en Portals Vells.....	59
Figura 5.39 y 5.40. Rosa de oleaje. A la izquierda invierno, a la derecha primavera en Portals Vells.....	60

Figura 5.41 y 5.42. Rosa de oleaje. A la izquierda invierno, a la derecha primavera en Portals Vells.....	60
Figura 5.43. Distribución de la altura significativa de ola y de las direcciones del oleaje en Portals Vells.....	61
Figura 5.44. Relación de las frecuencias de alturas significativas de ola y direcciones de procedencia en Portals Vells.....	61
Figura 5.45. Régimen medio de alturas significativas de ola en Portals Vells.....	62
Figura 5.46. Malla para la propagación del oleaje S.....	64
Figura 5.47. Malla para la propagación del oleaje SSE.....	64
Figura 5.48. Malla para la propagación del oleaje SSW y SW.....	65
Figura 5.49. Malla para la propagación del oleaje WSW, W y WNW.....	65
Figura 5.50. Simulación de propagación del oleaje para SW1 y SW2.....	66
Figura 5.51. Oscilación de las mareas en el ámbito de estudio. Mareógrafo de Palma de Mallorca.....	67
Figura 5.52. Evolución de las mareas en el ámbito de estudio. Mareógrafo de Palma de Mallorca.....	68
Figura 5.53. Evolución de las velocidades de las corrientes en el ámbito de estudio. Boya de Dragonera.....	69
Figura 5.54 y 5.55. Rosas de corrientes. A la izquierda invierno, a la derecha primavera. Boya de Dragonera.....	70
Figura 5.56 y 5.57. Rosas de corrientes. A la izquierda verano, a la derecha otoño. Boya de Dragonera.....	70
Figura 5.58. Tasas de transporte longitudinal.....	73
Figura 5.59. Tasas de transporte transversal.....	74
Figura 5.60. Divisiones del medio oceánico.....	78
Figura 5.61. Tipos de fondos marinos del Mar Balear según la profundidad.....	80
Figura 5.62. Formación de la mata de Posidonia por la combinación de sedimentación y crecimiento vertical de la planta.....	81
Figura 5.63. Distribución esquemática de las praderas de Posidonia desde la costa y sus principales funciones estructurales.....	81
Figura 5.64. Distribución de la especie Posidonia oceanica, en el litoral español.....	82
Figura 5.65. Evolución de la población de Calvià.....	85
Figura 5.66. Saldo migratorio de Calvià.....	85
Figura 5.67. Crecimiento vegetativo de Calvià.....	86
Figura 5.68. Evolución demográfica de Calvià, Palma y las Islas Baleares.....	87
Figura 5.69. Pirámide poblacional de Calvià en el año 2016.....	87
Figura 5.70. Evolución del empleo en los sectores minoritarios en Calvià.....	90
Figura 5.71. Evolución del desempleo en los sectores minoritarios en Calvià.....	90
Figura 5.72. Evolución del empleo en el sector servicio en Calvià.....	91
Figura 5.73. Evolución del desempleo en el sector servicio en Calvià.....	91
Figura 5.74. Distribución sectorial del tejido empresarial de Calvià.....	92
Figura 5.75. Evolución del turismo en Calvià.....	93
Figura 5.76. Frecuencia de los visitantes que han visitado las Islas Baleares para practicar turismo náutico.....	95
Figura 5.77. Evolución de las embarcaciones de recreo en España y las Islas Baleares.....	96
Figura 5.78. Evolución de la estacionalidad para embarcaciones < 10 m.....	98
Figura 5.79. Evolución de la estacionalidad para embarcaciones 10 - 15 m.....	98

Figura 5.80. Evolución de la estacionalidad para embarcaciones > 15 m.....	99
Figura 5.81. Localización del LIC Cap de Cala Figuera.....	101
Figura 5.82. Localización del Área Marina Cap de Cala Figuera.....	102
Figura 5.83. Localización de la Reserva Marina de las Islas Malgrats.....	103
Figura 5.84. Localización de la Reserva Marina de la Isla del Toro.....	104
Figura 6.1. Zonas de estudio de la costa del municipio de Calvià. Las zonas blancas que corresponden a Santa Ponça y Portals Vells representan las zonas de evaluación de las praderas de Posidonia, y los puntos rojos representan las zonas de recuento de embarcaciones durante temporada alta. También está representado en color verde claro, las zonas catalogadas como LIC en el municipio.....	106
Figura 6.2. Conteo de embarcaciones teniendo en cuenta hora y eslora de la embarcación fondeada. Imagen de un recuento en Portals Vells.....	108
Figura 6.3. Localización de las estaciones de medición en cada una de las bahías de Santa Ponça y Portals Vells.....	109
Figura 6.4. Estima de la cobertura lineal de la pradera de Posidonia oceanica, en transecto de 10 metros de longitud.....	110
Figura 6.5. Estima visual que se utiliza para determinar la microcobertura de la pradera de Posidonia oceanica con un marco de PVC de 40x40cm, subdividido en 4 cuadros de 20x20cm.....	111
Figura 6.6. Conteo del número de haces en un marco de 20x20cm para la determinación de la densidad de haces (nºhaces/m ²) en las estaciones de pradera de Posidonia oceanica.....	112
Figura 7.1. Número de embarcaciones que han fondeado en el litoral de Calvià en días laborables entre los meses de marzo y octubre de 2017, según su eslora.....	115
Figura 7.2. Número total de embarcaciones que han fondeado en el litoral de Calvià en fines de semana entre los meses de marzo y octubre de 2017, según su eslora.....	116
Figura 7.3. Promedio diario de embarcaciones fondeadas en días de diario en cada mes, según su eslora.....	116
Figura 7.4. Promedio diario de embarcaciones fondeadas en fines de semana en cada mes, según su eslora.....	117
Figura 7.5. Promedio diario de embarcaciones fondeadas en días laborables en los emplazamientos evaluados en el mes de Julio y Agosto de 2017 según su eslora.....	118
Figura 7.6. Embarcaciones fondeadas en fines de semana en los emplazamientos evaluados en el mes de Julio y Agosto de 2017.....	118
Figura 7.7. Promedio de embarcaciones fondeadas en Santa Ponça y Portals Vells en días laborables entre los meses de marzo y octubre de 2017.....	119
Figura 7.8. Promedio de embarcaciones fondeadas en Santa Ponça y Portals Vells en fines de semana entre los meses de marzo y octubre de 2017.....	120
Figura 7.9. Serie espacio-temporal del fondeo de embarcaciones los fines de semana en los emplazamientos evaluados desde marzo a octubre de 2017.....	121
Figura 7.10. Estaciones asignadas para la evaluación de las praderas de Posidonia en la cala de Santa Ponça.....	122
Figura 7.11. Estaciones para la evaluación de las praderas de Posidonia en la cala de Portals Vells.....	123
Figura 7.12. Batimetría del litoral de Santa Ponça.....	124
Figura 7.13. Cartografía de litoral de Santa Ponça.....	125
Figura 7.14. Valores del descriptor de densidad (haces/m ² ± error típico) de Posidonia oceanica a lo largo de las estaciones de evaluación en Santa Ponça.....	126

Figura 7.15. Valores del descriptor de microcobertura (% \pm error típico) de Posidonia oceanica a lo largo de las estaciones de evaluación en Santa Ponça.....	127
Figura 7.16. Valores de densidad global (haces/m ²), calculados a partir de los descriptores de densidad máxima y microcobertura de las praderas de Posidonia oceanica a lo largo de las estaciones de evaluación en Santa Ponça.....	128
Figura 7.17. Porcentaje del descriptor de cobertura de los diferentes hábitats presentes en la cala de Santa Ponça.....	130
Figura 7.18. Comunidad de Cymodocea nodosa en la estación 6 de medición.....	131
Figura 7.19. Cobertura lineal de la estación 8 de medición, donde se han encontrado junto con la estación 9 los mayores porcentajes de cobertura de Posidonia oceanica de las estaciones de medición evaluadas.....	131
Figura 7.20. Residuos encontrados en los alrededores de la estación 1 de medición en Santa Ponça.....	132
Figura 7.21. Valores del descriptor de densidad de (haces/m ² \pm error típico) de Posidonia oceanica a lo largo de las estaciones de evaluación en Portals Vells.....	133
Figura 7.22. Valores del descriptor de microcobertura (% \pm error típico) de Posidonia oceanica a lo largo de las estaciones de evaluación en Portals Vells.....	134
Figura 7.23. Valores de densidad global (haces/m ²), calculados a partir de los descriptores de densidad máxima y microcobertura de las praderas de Posidonia oceanica a lo largo de las estaciones de evaluación en Portals Vells.....	135
Figura 7.24. Porcentaje del descriptor de cobertura de los diferentes hábitats presentes en la cala de Portals Vells.....	137
Figura 7.25. Pequeña comunidad del alga verde, Caulerpa prolifera, entre la pradera de Posidonia oceanica.....	137
Figura 7.26. Especie de alga invasora, Halimeda incrassata, observada en Portals Vells día 17/07/2016.....	138
Figura 7.27. Cadena de una embarcación fondeada sobre la pradera de Posidonia.....	139
Figura 7.28. Ancla de embarcación fondeada sobre Posidonia.....	139
Figura 7.29. Esquema analítico de un diagnóstico DAFO.....	143
Figura 8.1. Área hábil para el fondeo libre en la ensenada de Santa Ponça.....	152
Figura 8.2. Áreas de fondeo libre en la ensenada de Santa Ponça.....	153
Figura 8.3. Áreas del campo de boyas en la ensenada de Santa Ponça.....	155
Figura 8.4. Áreas de fondeo en la ensenada de Santa Ponça.....	156
Figura 8.5. Área de protección de la cala de Portals Vells.....	158
Figura 8.6. Tipología de anclajes de hormigón.....	160
Figura 8.7. Efecto del borneo sobre las praderas de Posidonia oceanica.....	161
Figura 8.8. Tipología de anclajes Harmony tipo S.....	162
Figura 8.9. Esquema e instalación de anclajes Harmony tipo S.....	163
Figura 8.10. Tipología de anclajes Harmony tipo P.....	164
Figura 8.11. Esquema de instalación de anclajes Harmony tipo P sobre praderas.....	165
Figura 8.12. Instalación conjunta de anclajes Harmony tipo P sobre praderas.....	165
Figura 8.13. Anclaje Manta Ray e instalación del mismo.....	167

Figura 8.14. Anclaje por tacos químicos sobre lecho rocoso.....	168
Figura 8.15. Tipo de varillas para el anclaje por tacos químicos.....	169
Figura 8.16. Instalación y detalle del anclaje por tacos químicos.....	170
Figura 8.17. Detalle del sistema de anclaje HALAS.....	171
Figura 8.18. Esquema y ejemplos de sistemas de fondeos ecológicos.....	173
Figura 8.19. Campo de boyas propuesto para la bahía de Santa Ponça.....	177
Figura 8.20. Estimación de la capacidad de la ensenada de Santa Ponça.....	178
Figura 9.1. Los alumnos del CEIP Son Ferrer escuchan las explicaciones del taller “Acosta’t a la costa”.....	183
Figura 9.2. Voluntarios de Cruz Roja con alumnos del colegio de verano de Ses Rotes Velles, identifican microplásticos.....	184
Figura 9.3. Equipo de voluntarios para realizar la limpieza en es Caló des Monjo.....	186
Figura 9.4. Equipo de voluntarios para la limpieza en Son Maties, Palmanova.....	187
Figura 9.5. Escultura realizada con residuos encontrados en el mar. Día del plástico en Port Adriano.....	187
Figura 9.6. Retirada de carácter urgente de residuos pesados en la playa Boungambilla.....	188
Figura 9.7. Equipo de voluntarios con alumnos del CEIP Son Ferrer para la limpieza en Portals Vells.....	189
Figura 9.8. Equipo de voluntarios para la limpieza en cala Bendinat.....	190
Figura 9.9. Equipo de voluntarios con alumnos del CEIP Son Ferrer para la limpieza en Son Maties.....	191
Figura 9.10. Equipo de voluntarios con alumnos del IES Junípero Serra de Palma para la limpieza en la playa de Palmanova.....	192
Figura 9.11. Instalación de medidores de colillas “lloscòmetre” por parte de Cruz Roja en playa del Mago.....	193
Figura 9.12. Equipo de voluntarios de Cruz Roja en la campaña de concienciación y sensibilización en Portals Vells.....	194
Figura 9.13. Comparación de datos 2016-2017 de la campaña en Portals Vells.....	195

Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 5.1. Valores medios de la serie histórica en Palma Portopí.....	29
Tabla 5.2. Definición de los parámetros y valores de la fórmula.....	32
Tabla 5.3. Definición de los parámetros y valores de la fórmula.....	33
Tabla 5.4. Litología del litoral del término municipal de Calvià.....	42
Tabla 5.5. Composición geofísico del fondo marino de Santa Ponça.....	45-46
Tabla 5.6. Parámetros de distribución de Weibull.....	55
Tabla 5.7. Oleajes tipos objetos de simulación.....	63
Tabla 5.8. Frecuencias de los oleajes tipos analizados.....	72
Tabla 5.9. Listado de familias, especies, subespecies o poblaciones marinas protegidas.....	76
Tabla 5.10. Desarrollos urbanos de Calvià.....	83
Tabla 5.11. Tabla comparativa de las densidades poblacionales.....	84
Tabla 5.12. Evolución demográfica de Calvià.....	84
Tabla 5.13. Desarrollos urbanos y población (2016) del interior del municipio.....	88
Tabla 5.14. Desarrollos urbanos y población (2016) en la costa del municipio.....	88
Tabla 5.15. Datos relevantes del IPH de Calvià en el año 2016.....	89
Tabla 5.16. Demografía empresarial de Calvià.....	92
Tabla 5.17. Datos de estimación del número de turistas náuticos en las Islas Baleares.....	95
Tabla 5.18. Amarres y esloras.....	97
Tabla 5.19. Ocupación de los puertos deportivos por tamaño de los amarres.....	97
Tabla 5.20. Datos de estimación del impacto económico de los turistas náuticos en las Islas Baleares.....	99
Tabla 6.1. Clasificación de esloras para los conteos.....	107
Tabla 7.1. Clasificación de densidad global (haces/m ²) de la pradera según su profundidad.....	129
Tabla 7.2. Clasificación de densidad global (haces/m ²) de la pradera según su profundidad.....	135
Tabla 7.3. Diagnóstico DAFO.....	144
Tabla 7.4. Claves de las potencialidades del litoral calvianer.....	145
Tabla 7.5. Claves de las limitaciones del litoral de Calvià.....	146
Tabla 7.6. Claves de los riesgos del litoral de Calvià.....	146
Tabla 7.7. Claves de los desafíos del litoral de Calvià.....	147
Tabla 8.1. Definición de objetivos.....	149
Tabla 8.2. Distribución en los ámbitos de estudio por esloras.....	150
Tabla 8.3. Distribución por esloras y profundidades.....	150
Tabla 8.4. Áreas de fondeo libre en la ensenada de Santa Ponça.....	153
Tabla 8.5. Áreas de campos de boyas en la ensenada de Santa Ponça.....	154
Tabla 8.6. Guía orientativa de los sistemas de anclajes según lecho marino.....	172
Tabla 8.7. Tipos de boyas según esloras.....	174
Tabla 8.8. Ejemplo de codificación de una barco de 5 m de eslora que fondea a 7 m de profundidad.....	175
Tabla 8.9. Listado y características de las boyas propuestas.....	176

1. Introducción

1.1. La importancia y problemática del litoral Mediterráneo

El litoral Mediterráneo sigue atrayendo hoy en día millones de turistas de todas partes del mundo, que buscan un buen clima, diversidad de paisajes, riqueza cultural y calidad en los servicios. El impulso del turismo a las economías y calidad de vida de algunos países ha sido espectacular. Sin embargo, ha habido un deterioro ambiental que se hizo evidente ya desde mediados de los años setenta y que propició la creación del Plan de Acción para el Mediterráneo (MAP), con el objetivo de compatibilizar el desarrollo económico con la conservación en el Mediterráneo.

El litoral es doblemente frágil frente a la expansión turística. Por una parte concentra la presión humana (hoteles, puertos deportivos, segundas residencias etc.) en una franja relativamente estrecha de territorio. Por otra, la zona costera Mediterránea presenta una variedad de condiciones ambientales que han permitido la evolución de una gran variedad de sistemas naturales únicos y estrechamente relacionados. Se trata de ecosistemas dinámicos, complejos y muy peculiares, que albergan una gran cantidad de especies exclusivas tanto de flora como de fauna y que son extraordinariamente frágiles ante cualquier tipo de agresión. Los conflictos en la zona costera son elevados y existe un conflicto de base entre el derecho a la explotación del medio y la necesidad de su conservación.

1.2. Calvià como destino turístico

El municipio de Calvià se encuentra ubicado en la parte occidental de Mallorca, con una superficie cerca de 145 km² y aproximadamente 54km de costa, que alberga 5 puertos deportivos y 26 playas.



Figura 1.1. Municipio de Calvià.

Fuente: Ajuntament de Calvià.

La economía de Calvià está basada en el turismo de “sol y playa”, como tantos otros municipios turísticos del Mediterráneo, con una máxima actividad turística que corresponde a los meses de abril a septiembre. Es un municipio que depende puramente del número de turistas y de la calidad del mismo, ya que el 95% de los ingresos económicos proceden de este sector. Existe un número de turistas anuales de 1.600.000 turistas y la capacidad máxima de alojamiento turística y segundas residencias es de 130.000.

La evolución económica, social, demográfica (Figura 1.2.2) y ambiental de Calvià tuvo su origen en el “boom” turístico de los sesenta. En pocos años se produjo un incremento de la potencia económica del término municipal, a expensas de una depredación de territorio en primera línea de costa y la consiguiente destrucción, en muchos casos irrecuperable, del patrimonio natural que era parte esencial del atractivo del municipio. A finales de los años ochenta, parecía que el modelo urbanístico desarrollado a partir de una falta de planificación a largo plazo había sido un error. Calvià aparecía como un destino turístico devaluado, masificado, poco respetuoso hacia el medio y con una calidad en la oferta hotelera en declive.

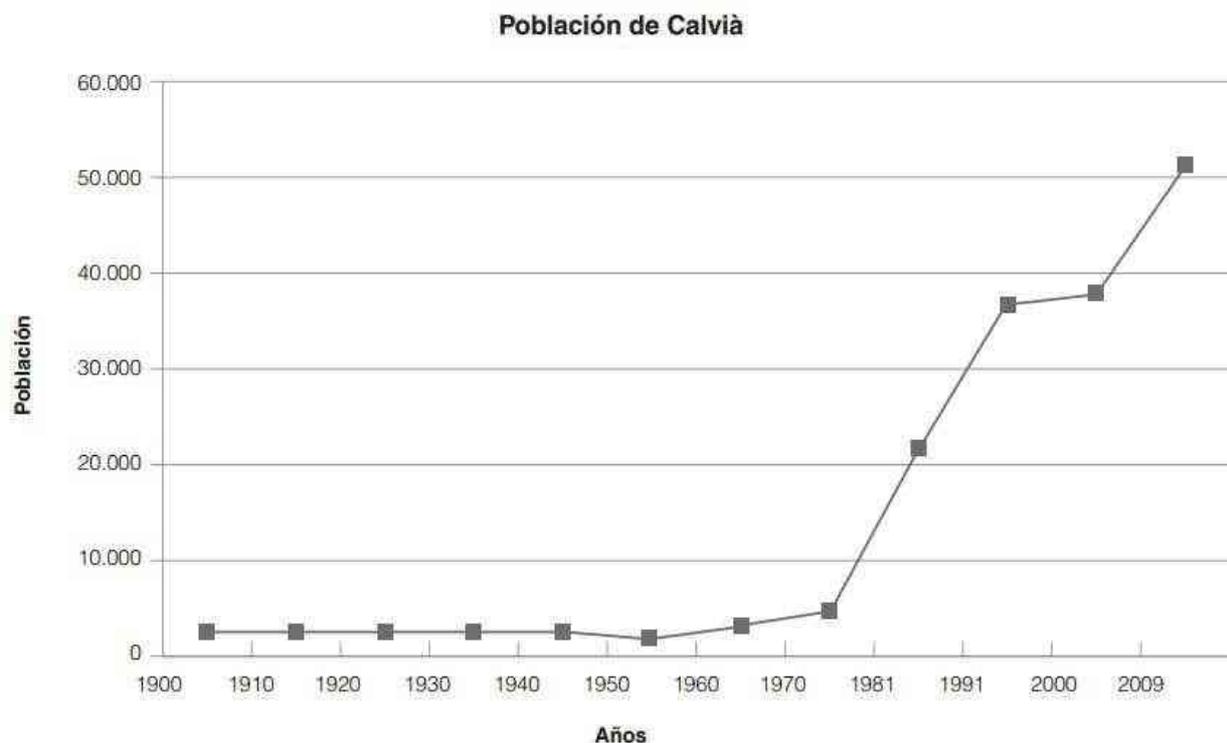


Figura 1.2. Evolución de la población de Calvià entre los años 1900 y 2009.

Fuente: Miguel Seguí Llinàs a partir de los datos del INE.

Se puede observar que las crisis económicas no influyeron demasiado en el crecimiento demográfico de Calvià a partir de 1995, sino que el factor de cercanía a Palma es el que está impulsando mayoritariamente este crecimiento en la actualidad. Con la llegada del periodo actual de crecimiento turístico, vemos como la tendencia es que una parte de la población viva en Calvià, pero su actividad laboral se desarrolle en Palma, aprovechando la calidad de vida y los paisajes de Calvià que aumentan las actividades de ocio, mientras que la actividad laboral de estas personas ya no se desarrolla en el campo turístico, sino en la capital. Así pues, esta etapa se basa en la comodidad residencial y calidad de vida que ofrece el municipio, aprovechando la proximidad a Palma y la facilidad de comunicaciones. De modo que el funcionamiento del municipio ya no es autónomo y foco de atracción de inmigrantes para trabajar en las instalaciones turísticas, sino también residencial del área metropolitana de Palma. Esta evolución ha provocado un cambio en el paisaje debido a que la presión que ejercen sobre el territorio más de cincuenta mil habitantes no es comparable a la de los anteriores dos mil, ni la red de carreteras y autopistas actuales tiene nada que ver con los pocos caminos que atravesaban el municipio.

Es una comunidad intrínsecamente relacionada y dependiente de sus costas. Toda la población y las actividades desarrolladas afectan y son afectadas por la costa y el mar que la rodea. La zona costera contribuye significativamente a la prosperidad y calidad de vida. Sin embargo, no es un recurso ilimitado y su valor depende del mantenimiento de calidad ambiental. En las últimas décadas, el uso intenso, a menudo desordenado y desequilibrado, se ha intensificado acentuándose las presiones sobre el entorno costero, agravando su estado ecológico y provocando una disminución de su valor. Un importante reto es el mantenimiento del sistema natural que garantice su valor (ecológico y social) y proporcione bienes y servicios.

1.3. El litoral de Calvià

El municipio de Calvià destaca por constituir grandes extensiones de costa, concretamente presenta 35,5 Km de costas rocosas y 4,5 Km de costas arenosas. En este sentido, cabe destacar que Calvià es un sistema clave para la biodiversidad marina y muy especialmente para los hábitats vinculados a las praderas de *Posidonia oceanica*. Estos ambientes tienen características naturales propias que permiten su funcionamiento con independencia de la acción humana.

Existen zonas muy presionadas por la actividad turística, que implica desde un proceso urbanizador importante en toda la línea de costa, la ocupación de playas y calas, y la construcción de puertos deportivos, hasta la navegación de recreo, la pesca y todo un conjunto de actividades que tienen como soporte físico el litoral. Aunque también hay sistemas bien conservados, los islotes. Calvià tiene la mayor densidad de islotes de la costa mallorquina. A pesar de que la superficie del conjunto no supera las 23 hectáreas, todos tienen una gran importancia paisajística ya que son relativamente vírgenes dentro de un entorno altamente humanizado. Esta buena conservación se debe a una baja accesibilidad y a su pequeña extensión, que los hace inapropiados para la mayor parte de actividades turísticas y residenciales. Además, hoy en día los islotes están protegidos por la Ley de Costas y la Ley de Espacios Naturales.

En cuanto a la zona costera sumergida, está fuertemente interrelacionada con la zona emergida, recibe todos los aportes de tierra firme, tales como agua y sedimentos procedentes de torrenteras, de escorrentía y de los emisarios de aguas residuales. En contraposición, el flujo de materiales desde el mar hasta la costa es mucho menor aunque de enorme importancia para la economía turística de Calvià, la arena. Una de las características naturales más importantes del mar litoral de Calvià es su gran cantidad de especies y la gran importancia que tienen sus comunidades de fondo, especialmente las praderas formadas por la especie *Posidonia oceanica*, especie endémica

del Mediterráneo. Crece en fondos arenoso-fangosos, como el 85% de los que se encuentra en el litoral de Calvià, constituyendo un ecosistema de gran relevancia ecológica y económica en la zona costera.

1.4. El turismo náutico

La estacionalidad se ha convertido en un problema inherente a la industria turística. Uno de los problemas que ha desencadenado la estacionalidad es la excesiva afluencia de embarcaciones que fondean en las zonas costeras en temporada alta. La presencia de tal cantidad de embarcaciones fondeadas se ha convertido en uno de los mayores impactos, sin lugar a dudas, en los ecosistemas y hábitats marinos costeros.

A pesar de ello, también hay que tener en cuenta la calidad del turismo procedente del sector náutico, el 54% de los visitantes reconoce visitar Baleares para la práctica de esta actividad, y el 37% reconoce que ha visitado tres o cuatro veces este destino por la calidad de su entorno para la práctica de este deporte. A partir de estos datos se puede vislumbrar la calidad de este sector, según reconoce un estudio temático sobre el turismo náutico del *Govern Balear*.

2. Antecedentes

En Baleares el conocimiento del estado de conservación de los fondos marinos del litoral es muy escaso, ya que nunca se ha realizado una cartografía completa de toda el área marina de Baleares. La información cartográfica disponible se limita a determinadas áreas costeras y ha sido obtenida en años diferentes, por lo que una de las primeras cosas que habría que destacar es la existencia de ciertas carencias informativas en este aspecto. Actualmente, según la *Conselleria de Medi Ambient de les Illes Balears*, se ha aprobado este 2017 un proyecto para cartografiar definitivamente todo el litoral de las Islas.

La mayor parte de estudios sobre la evaluación y estado de las praderas de fanerógamas marinas, principalmente *Posidonia oceanica*, se enmarcan a finales de los años 90 y posteriores al 2000 (e.g. Kendrick et al. 2000; Pasqualini et al. 1998; Pasqualini et al. 2005). Por lo tanto, existe poca información sobre posibles cambios en extensión y densidad de las praderas de Baleares durante la segunda mitad del siglo XX, coincidiendo con el periodo de fuerte crecimiento de población humana, tanto residente como turística, en el archipiélago.

En el municipio de Calvià, a finales de los años ochenta, parecía que el modelo urbanístico desarrollado a partir de una falta de planificación a largo plazo había sido un error. Aparecía como un destino turístico devaluado, masificado, poco respetuoso hacia el medio y con una calidad en la oferta hotelera en declive. En la línea actual del municipio, se pretende aplicar la riqueza que aportó el turismo, la cultura y tecnología para minimizar los impactos, recuperar los espacios verdes y permitir disfrutar de la naturaleza que ofrece el municipio, aunque aún queda un largo camino para conseguirlo.

Son pocos los antecedentes que encontramos en el municipio de Calvià en cuanto a estudios marinos. Por lo que respecta a la Posidonia, se han hecho estudios de investigación en zonas concretas, así como también hay puntos de medición para la normativa Marco del Agua, pero no hay una información homogénea de la costa de Calvià y del estado del ecosistema marino. Las zonas LIC (Lugares de Interés Comunitario) sí que tienen un control más exhaustivo del ecosistema ya que gracias al proyecto de *LIFE-POSIDONIA*, se pudieron cartografiar estas zonas y dotarlas de vigilancia así como también la instalación de boyas de fondeo, aunque en el municipio de Calvià, el LIC de Cala Figuera no ha sido cartografiado. El presente proyecto se ha centrado en dos áreas de especial interés turístico y ecológico del municipio, Santa Ponça y Portals Vells. La recopilación de información disponible para la elaboración de esta propuesta

evidenció la falta de información previa en el caso de Portals Vells, donde no existe ningún tipo de información cartográfica ni estudio previo, a pesar de haber anexa la zona LIC que incluye el área marina de Cala Figuera. En el caso de Santa Ponça, sí que se pudo contar con información previa de los estudios de evaluación ambiental de *Red Eléctrica España* para el cableado submarino entre Mallorca-Ibiza, así como también el *PILC (Plan Integral del Litoral de Calvià)*. Para el estudio ambiental realizado por parte de *Red Eléctrica España*, se llevó a cabo un cartografiado de toda la bahía, reuniendo información de la presencia de diferentes comunidades bentónicas, así como también la batimetría de la bahía. Este despliegue de información ha resultado de gran ayuda en el presente proyecto para poder comparar los datos del análisis del estado de la Posidonia y saber que comunidades hay presentes. Además, la información cartográfica y batimétrica también se ha podido tener en cuenta en las propuestas de gestión.

Por lo que respecta a estudios de evaluación de presión marítima en la costa, más concretamente del fondeo de embarcaciones en el litoral de Calvià, tampoco existe ningún control ni seguimiento de la evolución en este sector. Por la problemática que existe actualmente respecto a la presión sobre los recursos naturales y la creciente preocupación del estado del medio ambiente, concretamente de medio marino en este caso, ha surgido el presente proyecto. Este proyecto se va a centrar en la evaluación del estado de las praderas de Posidonia de nuestro municipio, para poder dar una primera visión, y por otro lado, evaluar la presión de fondeo de embarcaciones que existe, ya que se trata de uno de los principales impactos en zonas turísticas y cercanas al litoral.

Por lo expuesto, la finalidad del presente proyecto y como se determinará seguidamente en los objetivos, está en aumentar el conocimiento tanto en la evaluación del estado de las praderas de Posidonia como en la evaluación de la presión de fondeo. De esta manera, poder analizar adecuadamente la situación y generar propuestas para una buena gestión.

3. Justificación del estudio y objetivos

El presente estudio se ha elaborado a petición del Servicio de Medio Natural y Urbano del Ayuntamiento de Calvià, motivado por el desconocimiento de los fondos marinos, de ahí la necesidad de evaluar el estado de las praderas de *Posidonia oceanica*. Este proyecto, coordinado por el IFOC, está incluido en el programa de Joves Qualificats del SOIB, cuenta con la cofinanciación del Servicio Público de Empleo Estatal (SPEE) y el Fondo Social Europeo (FSE).

Las praderas de Posidonia sufren un gran impacto por parte de la pesca de arrastre, la contaminación orgánica, fondeos y especies invasoras, entre otras. En el caso de Calvià, es un municipio que tiene un gran impacto antrópico propio de la gran afluencia turística. La principal presión a evaluar en este estudio es el impacto que ejerce la presión de embarcaciones fondeadas en las diversas calas del municipio de Calvià en los meses estivales, de temporada alta.

Objetivos generales

- Contribuir a la gestión sostenible de la presión de fondeos sobre las praderas de *Posidonia oceanica* del municipio de Calvià.

Objetivos específicos

- Llevar a cabo un recuento de embarcaciones fondeadas durante la temporada alta en las localizaciones de Es Ametllers, Son Maties, Portals Vells, Cala Figuera, Santa Ponça y Cala Fornells.
- Aportar información "in situ" sobre la densidad, microcobertura y cobertura lineal de la Posidonia, así como también de la presencia de especies invasoras en Santa Ponça y Portals Vells.
- Investigación documental para la recopilación de información previa de las calas de estudio.
- Llevar a cabo un análisis DAFO para evaluar la problemática Posidonia-presión de fondeo.
- Realizar propuestas alternativas de actuación, gestión y vigilancia, en base al análisis.
- Proponer un plan de acción en base a las alternativas de gestión.

4. Marco jurídico

En el presente documento se expone toda la normativa según la cual actualmente se regula la especie de *Posidonia oceanica*. Se va a desarrollar atendiendo a los diferentes niveles, internacional, europeo, estatal y autonómico.

4.1. Nivel internacional

- **El Convenio de Barcelona:** Es un convenio a nivel internacional con el objetivo de la protección del medio marino y la región costera del Mediterráneo. En 1975, dieciséis países mediterráneos y la CEE adoptaron el Plan de Acción para la protección y el desarrollo de la cuenca del Mediterráneo (PAM), el primer acuerdo regional bajo los auspicios del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). En la conferencia de Barcelona de 1995 se enmienda el Convenio y pasa a denominarse Convenio para la protección del medio marino y la región costera del Mediterráneo. Además se revisan los protocolos existentes y se adopta un nuevo Plan de Acción. Actualmente el protocolo sobre las zonas especialmente protegidas y la diversidad biológica del Mediterráneo, incluye una lista de especies en peligro o amenazadas en el Anexo II, donde aparece la especie *Posidonia oceanica*.
- **Consejo 82/72/CEE referente a la celebración del Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y medio natural en Europa. (Anexo I):** El objetivo del presente Convenio es garantizar la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa mediante una cooperación entre los Estados. Elabora una serie de medidas de protección para plantas y animales, diferenciando en estos últimos las especies estrictamente protegidas, de las especies que requieren medidas especiales en su gestión. En el Anexo I, aparecen las especies de flora estrictamente protegida, incluida entre ellas la especie de *Posidonia oceanica*. Prohíbe recoger, cortar, recolectar o desarraigar la flora silvestre citada en el Anexo. La destrucción intencionada de los lugares de reproducción o zonas de reposo; la captura, posesión o muerte intencionada de dichos animales; la perturbación intencionada de la fauna silvestre, así como la posesión y comercio de las especies que figuran en el Anexo.

4.2. Nivel europeo

- **Reglamento CE Nº 1967/2006 (Artículo 4 y 13):** Dicho reglamento es relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el mar Mediterráneo. En el Artículo 4 están recopilados los hábitats protegidos y concretamente regula los artes de pesca sobre las praderas de *Posidonia oceanica*. Seguidamente en el Artículo 13 hace referencia a la distancia y profundidad mínima requerida para la utilización de artes de pesca.
- **Directiva 92/43/CEE (Anexo I y II):** La directiva es relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre. Establece una red ecológica de zonas especiales de conservación, denominada “Red Natura 2000” y compuesta por lugares que albergan los hábitats naturales del Anexo I y los hábitats de especies del Anexo II. Incluye los tipos de hábitats naturales de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de ZEC (Zona Especial de Conservación). Esta red deberá garantizar el mantenimiento o restablecimiento de los tipos de hábitats naturales y de los hábitats de las especies de que se trate en su área de distribución natural. El hábitat correspondiente a la especie *Posidonia oceanica*, queda designado con el código 1120.
- **Directiva 97/62/CE:** Adapta los anexos I y II de la Directiva 92/43/CEE para actualizar determinados tipos de hábitats naturales y determinadas especies con arreglo al progreso científico y técnico, ya que en el Manual de Interpretación de los Hábitats de la Unión Europea incluye los nuevos códigos Natura 2000 que identifican los diferentes tipos de hábitat natural, por este motivo procede sustituir la referencia de código Corine por la referencia al código Natura 2000.
- **Directiva 2004/35/CE:** Relativa a la responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños ambientales. Tiene por objetivo prevenir y reparar el daño medioambiental que debe realizarse de modo que se cumplan todos los objetivos. Toda actuación será supervisada por la autoridad competente.
- **Decisión de la comisión, de 28 de marzo, por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo,** la primera lista actualizada de Lugares de Importancia Comunitaria de la región biogeográfica mediterránea.

- **DOUE nº L34, 4 de Febrero de 2009:** Decisión del Consejo relativa a la firma, en nombre de la Comunidad Europea, del Protocolo sobre la gestión integrada de las zonas costeras del Mediterráneo al Convenio para la Protección de Medio Marino y de la Región Costera del Mediterráneo.

4.3. Nivel estatal

- **Ley 42/2007 Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (Artículo 53, 54, 76, Anexo I):** La ley 42/2007, garantiza la conservación de la biodiversidad que vive en estado silvestre, atendiendo preferentemente a la preservación de sus hábitats y estableciendo regímenes específicos de protección para aquellas especies silvestres cuya situación así lo requiera.
 - El Artículo 53 incluye un listado de especies silvestres en régimen de protección especial. Es decir, especies, subespecies y poblaciones merecedoras de una atención y protección particular. También aquellas especies protegidas en los anexos de las directivas y convenios internacionales ratificados por España y la evaluación periódica de su estado de conservación.
 - El Artículo 54 expone la prohibición para las especies incluidas en el listado de especies silvestres en régimen de protección especial, expuesto anteriormente a nivel internacional.
 - En el Artículo 76 se incluye la tipificación y clasificación de las infracciones. Es considerada infracción administrativa la destrucción o deterioro significativo de los componentes de los hábitats prioritarios de interés comunitario.
 - En el Anexo I por último, se incluyen los tipos de hábitats naturales de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de zonas especiales de conservación (Transposición de la Directiva Hábitats).
- **Real Decreto 139/2011 Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas:** Garantiza la conservación de la biodiversidad que vive en estado silvestre. Además, desarrolla el listado de Especies Silvestres y adapta el anterior Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, regulado por el Real Decreto 439/1990 (derogado por el presente decreto). Las especies incluidas en el listado (entre ellas esta incluida la especie *Posidonia oceanica*) serán objeto de seguimiento específico por parte de las CCAA (Comunidad Autónoma) y del MAGRAMA en el ámbito de sus competencias y la evaluación de las especies del listado se hará como mínimo cada seis años.

- **Real Decreto 1997/1995:** Se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y la fauna y flora silvestres. Es decir, el Real Decreto tiene el objetivo de contribuir a garantizar la biodiversidad en el territorio en que se aplica la Directiva 92/43/CEE.
- **Real Decreto 1997/1995:** Por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995. Modifica las medidas excepcionales para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la protección de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres así como evitar daños graves en los cultivos, al ganado, a los bosques, a las pesquerías y a las aguas.
- **Real Decreto 1421/2006:** Modifica el artículo 6 del Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres. Añade que en el caso de planes, programas y proyectos autorizados por la Administración General del Estado y sometidos a su vez a evaluación de impacto ambiental, las medidas compensatorias serán fijadas por el Ministerio de Medio Ambiente. Para la definición de dichas medidas, se consultará específicamente al órgano de la Comunidad Autónoma competente para la gestión del espacio de la Red Natura 2000 afectado por el plan, programa o proyecto.
- **Ley 22/1988 de Costas:** Los objetivos de esta ley son, determinar el dominio público marítimo-terrestre y asegurar su integridad y adecuada conservación, garantizar el uso público del mar, de su ribera y del resto del dominio público marítimo-terrestre, regular la utilización de estos bienes en términos acordes con su naturaleza, sus fines y con el respeto al paisaje, al medio ambiente y al patrimonio histórico y conseguir y mantener su adecuado nivel de calidad de las aguas y de la ribera del mar.
- **Ley 60/1962:** Sobre auxilios, salvamentos, remolques, hallazgos y extracciones marítimas. El que encontrase cosas abandonadas en el mar o arrojadas por ella en la costa que no sean producto de la misma mar deberá ponerlas a disposición de la autoridad de Marina en el plazo más breve posible.

4.5. Nivel autonómico

- **Decreto 75/2005**: Por el cual se crea el Catálogo Balear de Especies Amenazadas y de Especial protección, las Áreas Biológicas Críticas y el Consejo Asesor de Fauna y Flora de las Illes Balears.

Como ya se ha expuesto en el apartado anterior, las especies incluidas en el listado de especies silvestres, entre ellas *Posidonia oceanica*, son objeto de seguimiento específico por parte de las competencias autonómicas.

Actualmente la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares, pretende garantizar la protección y regulación de la especie *Posidonia oceanica* mediante un Decreto, cuyo borrador ya ha sido publicado. El objetivo de este proyecto de Decreto (actualmente en periodo de exposición pública) sobre la protección de la *Posidonia oceanica* es establecer un marco jurídico homogéneo para protegerla como especie y como hábitat regulando los usos y actividades que la puedan afectar.

5. Inventario ambiental

El inventario ambiental recoge, diferenciando entre en el ámbito terrestre y marino, las características principales del litoral del término municipal de Calvià. Con el fin de obtener una información detallada y relevante, dicho estudio se apoya:

- Agenda Local 21 de Calvià - Plan de Gestión Integral del Litoral de Calvià (PILC).
- Estudio de las características y variabilidad estacional de la playa de Santa Ponça (Calvià) elaborado por el Grupo de Oceanografía Interdisciplinar (GOI) del Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA) de 2002-2003.
- Memoria – Análisis ambiental para la modificación de usos para la unidad de actuación UA-SP-01 elaborado por el Centre Balear de Biología Aplicada (CBBA) en 2012.
- Estudio de impacto ambiental de la Red Eléctrica de España (EIA-REE) del tramo Mallorca-Eivissa en 2011.

En ciertos parámetros procede hacer diferencias entre las ubicaciones de Santa Ponça y Portals Vells al presentar matices significativos y siempre según disponibilidad de acceso a la información existente.

Se presenta necesario abordar y justificar que en el actual documento del medio físico, para el caso concreto de Santa Ponça, se recoge información más detallada gracias a los distintos estudios pormenorizados llevados a cabo en la Ensenada de Santa Ponça en el Estudio de Impacto Ambiental de la Red Eléctrica de España del tramo Mallorca-Eivissa.

5.1. Medio físico

5.1.1. *Ámbito terrestre*

5.1.1.1. *Climatología*

El clima del ámbito de estudio, al suroeste de la isla de Mallorca junto a la ladera oriental de la Sierra de Tramuntana, posee un clima mediterráneo que así mismo es el que marca a la propia isla. Este se caracteriza por unos veranos calurosos y secos con déficit hídrico e inviernos suaves. Los días de lluvia son muy reducidos en la época estival, especialmente en julio, y normalmente consisten en tormentas locales. Es en otoño donde las precipitaciones son más abundantes con

máximos mensuales en octubre y noviembre mientras que en invierno las precipitaciones son más constantes a lo largo del mismo.

Por otro lado, las nevadas son prácticamente nulas en la zona de estudio y solo tienen lugar en las cumbres más elevadas de la Sierra de Tramuntana. Los vientos predominantes en otoño y primavera son de componente norte (Tramuntana¹) y componente suroeste (Lebeche²)

La estación meteorológica seleccionada para la caracterización general de las zonas de Santa Ponça y Portals Vells es el Centro Meteorológico de Palma (Portopí), dado que su localización y su amplia representación en la serie temporal de datos obtenidos (1981-2010). Sus características son:

Nombre:	B228 – Palma Portopí	Latitud:	39,56° N
Periodo:	1983 – 2010	Longitud:	2,63° E
Altitud:	3 m	Coordenada X =	467.900 Km
		Coordenada Y =	4.378.500 Km

Así mismo de la base de datos SIMAR, concatenación de los dos grandes conjuntos de datos simulados de oleaje y viento SIMAR-44 y WANA, de Puertos del Estado se obtienen series temporales de parámetros atmosféricos y oceanográficos procedentes de modelado numérico. Dichos datos de alta resolución cubren el litoral español. Sus características son:

Nombre:	Punto SIMAR 2115114 ³	Latitud:	39,500° N
Periodo:	1958 – 2016	Longitud:	2,583° E
Cadencia:	1 h	Localización:	Isla Sa Porrassa
Nombre:	Punto SIMAR 2113114	Latitud:	39,500° N
Periodo:	1958 – 2016	Longitud:	2,417° E
Cadencia:	1 h	Localización:	Santa Ponça

De ambas puntos SIMAR se obtienen series temporales, distribuciones, rosetas y direcciones tanto para viento y oleaje comprendidos entre 1958 y 2016.

1 Viento frío y turbulento del noreste o norte.

2 Lebeche o Garbino, frecuentemente con arena y fino polvo en suspensión, procedente del desierto del Sáhara. Componente del suroeste.

3 Punto SIMAR más cercano a Portals Vells con serie histórica completa.

5.1.1.2. Precipitaciones

La diferencia orográfica entre el norte y el sur de Calvià contribuye a crear una distribución irregular de las precipitaciones en el municipio. Los totales anuales de precipitación van desde 249 mm (mínimo) en la estación del faro de Cala Figuera, la punta más meridional del municipio, hasta un máximo de 751 mm en el extremo norte del mismo. En general, las precipitaciones aumentan progresivamente hacia el norte, en dirección a la Sierra de Tramuntana. La precipitación media anual del municipio es de 439 mm, con una media anual aproximada de 341 mm en Santa Ponça y 257 mm en Portals Vells.

La irregularidad de las precipitaciones varía considerablemente dentro de un mismo año llegando al extremo de alcanzar periodos de sequía. Suele concentrarse, la mayor parte, en pocos días con periodos intensos o muy intensos en otoño, siendo el resto del año, de poca intensidad.

Precipitación total - Palma Portopí (1983 - 2010)

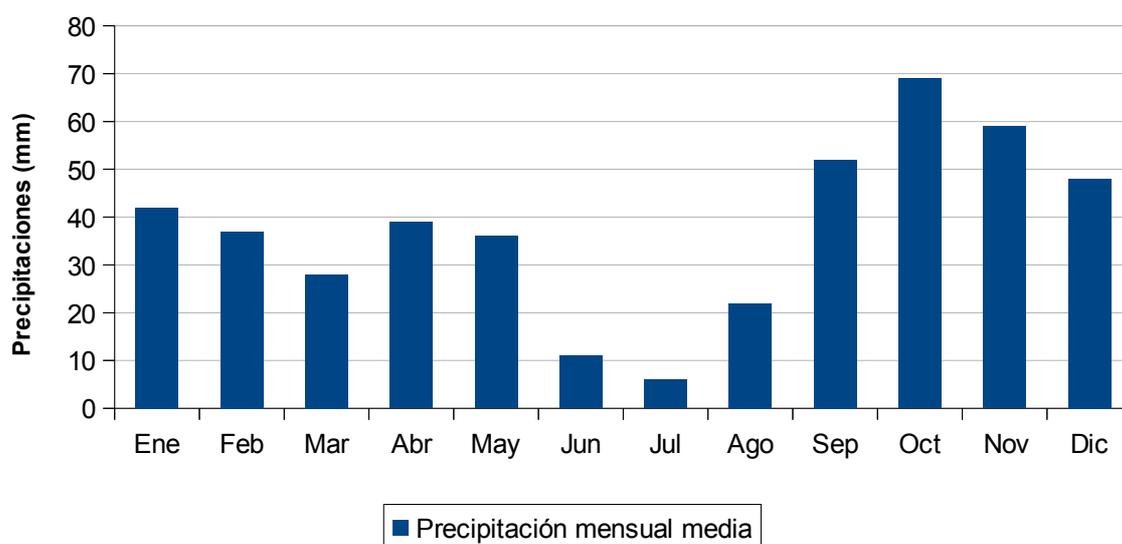


Figura 5.1. Media mensual de la serie histórica de precipitaciones.

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. Elaboración propia.

Por otro lado, combinando los datos históricos de precipitaciones y temperaturas medias mensuales, mediante el método Gausson, se pueden establecer los periodos de aridez y humedad. Se considera que un mes es árido si la cantidad de precipitación expresada en mm es inferior al doble de la temperatura en °C. Así, en el diagrama de Gausson, el periodo árido se produce cuando la curva de precipitación se representa por debajo de las temperaturas.

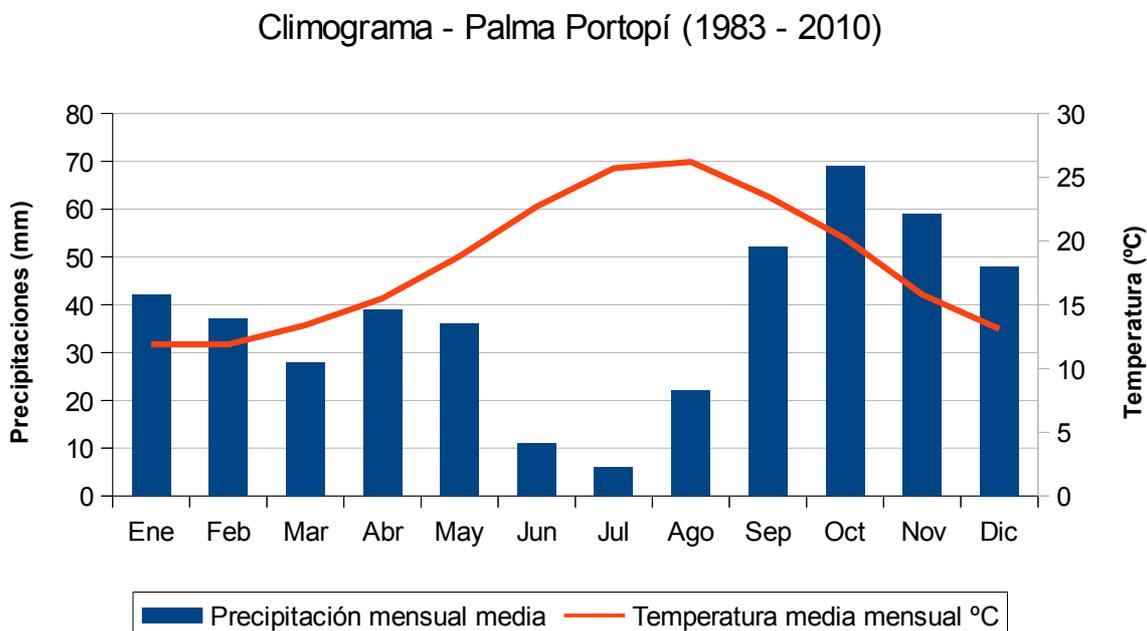


Figura 5.2. Periodos de aridez y humedad en Calvià.

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. Elaboración propia.

Datos históricos (Palma Portopí 1983 - 2010)			
Mes	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Días de lluvia
Enero	42	11,9	5,8
Febrero	37	11,9	5,6
Marzo	28	13,4	4,5
Abril	39	15,5	5,1
Mayo	36	18,8	3,6
Junio	11	22,7	1,7
Julio	6	25,7	0,7
Agosto	22	26,2	1,9
Septiembre	52	23,5	4,7
Octubre	69	20,2	6,7
Noviembre	59	15,8	6,4
Diciembre	48	13,1	6,5

Tabla 5.1. Valores medios de la serie histórica en Palma Portopí.

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. Elaboración propia.

5.1.1.3. *Temperatura*

El clima que caracteriza la isla de Mallorca es predominantemente mediterráneo con temperaturas medias templadas. Las temperaturas medias anuales, exceptuando la alta montaña, suelen estar comprendidas entre los 16 y 18 °C. Durante los meses de verano, las medias alcanzan valores máximos entre los 29 a 31 °C. Así mismo, en invierno las medias reflejan valores mínimos de 5 a 9 °C.

Igualmente se pueden producir períodos extremos, registrándose valores de temperaturas superiores a los 35 °C en verano y de hasta -2 °C en los meses de invierno más fríos.

Según valores obtenidos del atlas climático de AEMET, la media anual en la zona de Santa Ponça se sitúa entorno los 18 °C, con medias máximas de hasta 30 °C los días de verano (julio y agosto) y medias de 7°C en invierno (enero). En el caso de Portals Vells, la temperatura media anual es de 17 °C, con medias máximas de hasta 30 °C en los días de verano (julio y agosto) y medias mínimas de 7 °C en invierno (enero).

En gran parte se debe al mar que la estacionalidad térmica en Mallorca no sea tan acusada, a diferencia de las mismas latitudes en el continente. El entorno físico de Mallorca, y así de la zona de estudio afectada por el proyecto, es un mar profundo, cerrado y relativamente cálido con temperaturas superficiales que alcanzan los 26°C en agosto y que no disminuyen por debajo de los 14°C en invierno.

Por otro lado, otro fenómeno a considerar son las heladas. Se consideran como tales aquellos días que se registran valores de 0 °C o inferiores a 1,5 m sobre el suelo. Según el registro histórico de Palma Portopí (1983 – 2010) en valor medio de días de heladas es de 0 °C.

Temperaturas - Palma Portopí (1983 - 2010)

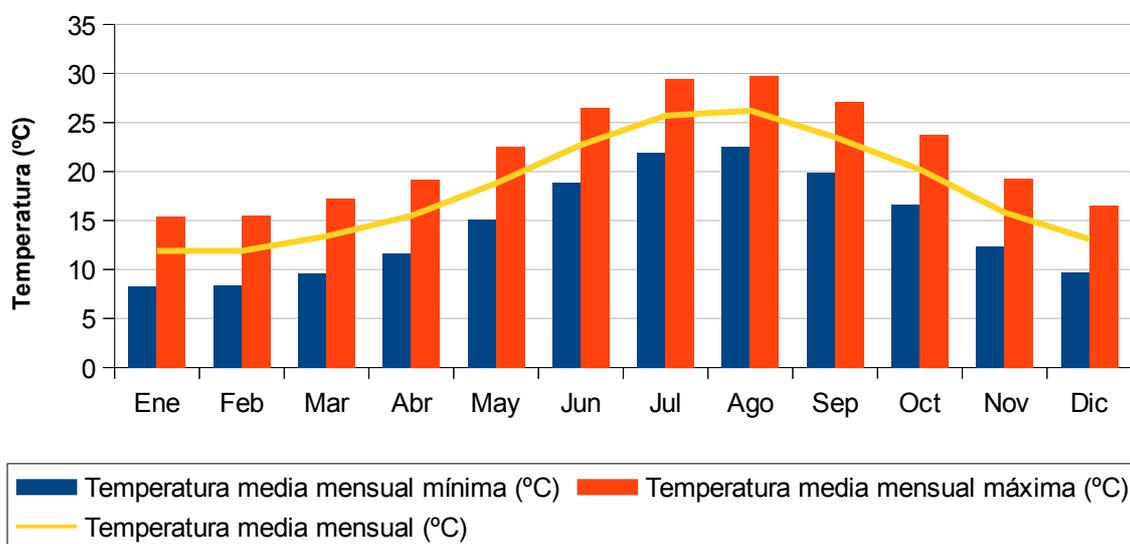


Figura 5.3. Evolución de las temperaturas mensualmente en Palma Portopí.

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. Elaboración propia.

5.1.1.4. Insolación y nubosidad

Calvià posee en promedio un valor elevado de horas de sol al año, concretamente la media de la serie histórica según la estación meteorológica de Palma-Portopí está en 2,779 horas de sol al año. Los meses de mayor insolación son Junio, Julio y Agosto frente a los meses de Noviembre a Febrero que son los de menor insolación.

Con respecto a la nubosidad se puede decir, en base a la estación de Palma-Portopí, de media hace 72 días despejados, 239 días nublados y 54 días cubiertos. Es en el mes Julio cuando más días despejados hay frente a Noviembre cuando menos.

5.1.1.5. Humedad, niebla y rocío

La humedad relativa en Mallorca en general es alta. En el término municipal oscila de media entre los 60 – 85 %, con valores máximo de hasta el 100 %. Justamente son los meses de verano los de menor humedad y los meses de Noviembre y Diciembre los de mayor humedad.

De forma general se produce una gran oscilación diaria ya que depende de la humedad del aire. Si esta temperatura aumenta, la humedad relativa del aire se reduce y si se reduce la

temperatura, la humedad relativa aumenta.

Con respecto a los días de niebla, la media anual se sitúa en unos 4,8 días al año. El rocío, en cambio, es mucho más frecuente en la zona, sobre todo en otoño y en invierno con medias de 5-6 días/mes, mientras que en verano se presenta una media de 3 días/mes.

5.1.1.6. Caracterización climática

La determinación del carácter climático del ámbito de estudio se realiza mediante la aplicación de sendos índices. En primer lugar se determina el índice de termicidad (I_t) de S. Rivas – Martínez y posteriormente el índice de aridez (I_a) de De Martonne.

La clasificación climática de Rivas-Martínez divide la climatología de un entorno en pisos bioclimáticos. Estos son rangos termoclimáticos que definen un lugar en función a su latitud o altitud. El índice se calcula según la siguiente fórmula:

$$I_t = (T + m + M) * 10$$

Parámetros y valores		
Temperatura media anual en °C (T)	Temperatura media de las mínimas del mes más frío en °C (m)	Temperatura media de las máximas del mes más frío en °C (M)
18,2	8,3	15,4

Tabla 5.2. Definición de los parámetros y valores de la fórmula.

Fuente: Elaboración propia.

El valor del índice de termicidad para el ámbito de estudio resulta de **419** que corresponde dentro de la región Mediterránea al piso Termodinámico.

El índice de aridez de De Martonne se calcula mediante la fórmula :

$$I_a = P / (tm + 10)$$

Parámetros y valores	
Precipitación media anual (P)	Temperatura media anual en °C (tm)
449	18,2

Tabla 5.3. Definición de los parámetros y valores de la fórmula.

Fuente: Elaboración propia.

El valor del índice de aridez para el ámbito de estudio es de **15,92** que según el rango establecido en la clasificación de De Martonne se corresponde con una zona semiárida de tipo mediterráneo.

5.1.1.7. Viento

Los vientos influyen notablemente en el clima insular. En el ámbito de estudio generalmente presentan una tendencia de moderado a fuerte preferentemente del sur o del norte. En otoño y primavera existen principalmente vientos fríos y secos provenientes del norte (Tramuntana) y vientos más cálidos y húmedos del suroeste (Llebeig). Mientras que en verano existe la presencia de vientos del sureste con un nivel de humedad muy reducido.

La distribución sectorial del viento queda caracterizada mediante la rosa de los vientos que discretizan los datos en clases de direcciones y velocidades. Cada sector se representa con un brazo en la rosa. Su longitud es proporcional a la probabilidad de presentación de cada sector, calculada como la frecuencia relativa muestral. De esta forma, se puede apreciar visualmente cuáles son los sectores que predominan.

En este caso la información se puede desglosar para Santa Ponça y Portals Vells. En ambos puntos de estudio se recoge la frecuencia y dirección del viento en las diferentes épocas del año así como la media total. Cabe remarcar que aunque los datos corresponden a puntos de registro diferentes la dirección del viento en es muy similar, variando solo en la intensidad.

Santa Ponça (Punto SIMAR 2113114)

La evolución de las velocidades del viento en Santa Ponça, según la serie histórica (1958 – 2016) del conjunto de datos SIMAR de Puertos del Estado, presenta valores medios de 2,5 a 5 m/s con rachas máximas de unos 20 m/s. A continuación se muestra la serie de valores máximos, medios y mínimos mensuales.

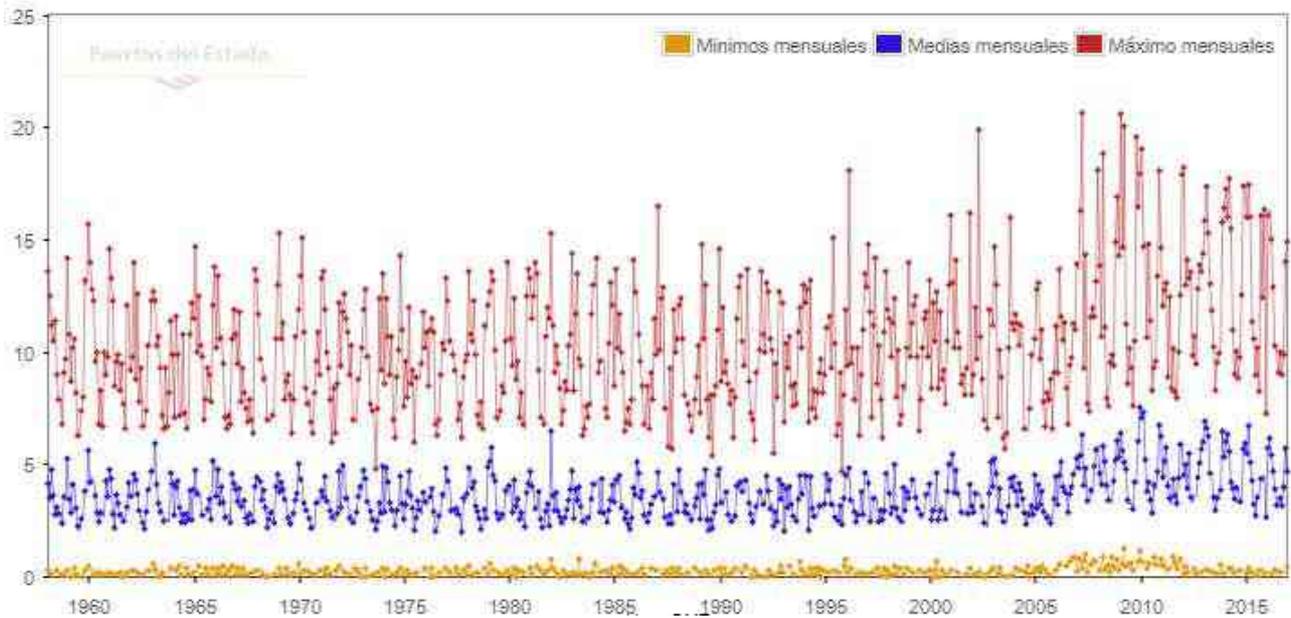


Figura 5.4. Evolución de la velocidad del viento en Santa Ponça.

Fuente: Puertos del Estado.

Los valores medios indican vientos suaves con una tendencia alcista en la última década. Por otro lado, el histograma de dichas velocidades (figura 4) denota una mayor frecuencia en las rachas de vientos de 2,5 m/s.

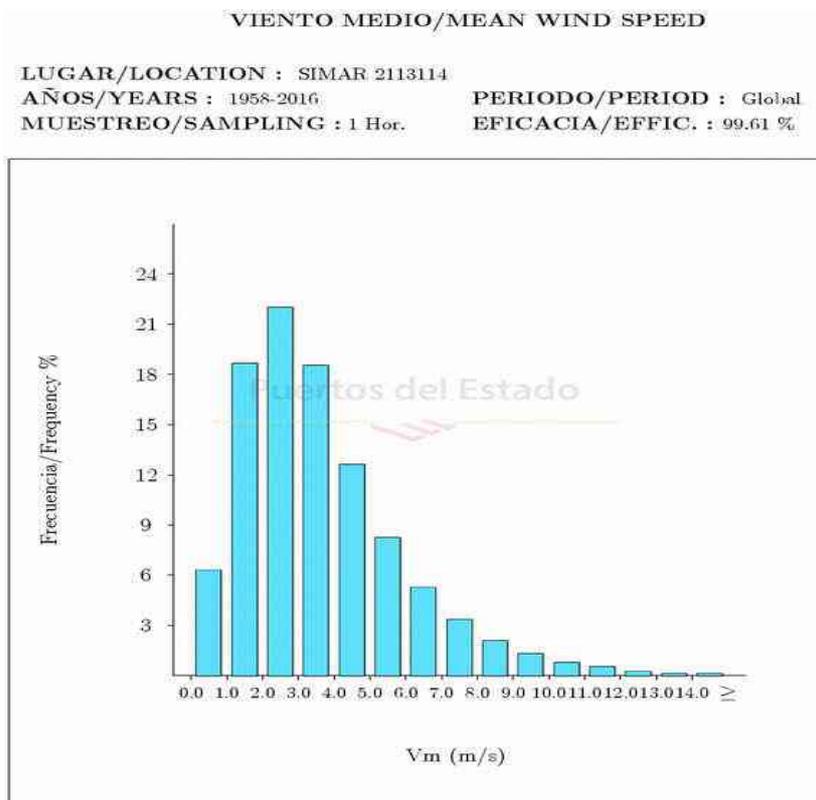


Figura 5.5. Distribución de las frecuencia de las velocidades en Santa Ponça.

Fuente: Puertos del Estado.

Las rosas de viento elaboradas por Puertos del Estado indican, en este caso por estaciones, la predominancia de las direcciones de los vientos.

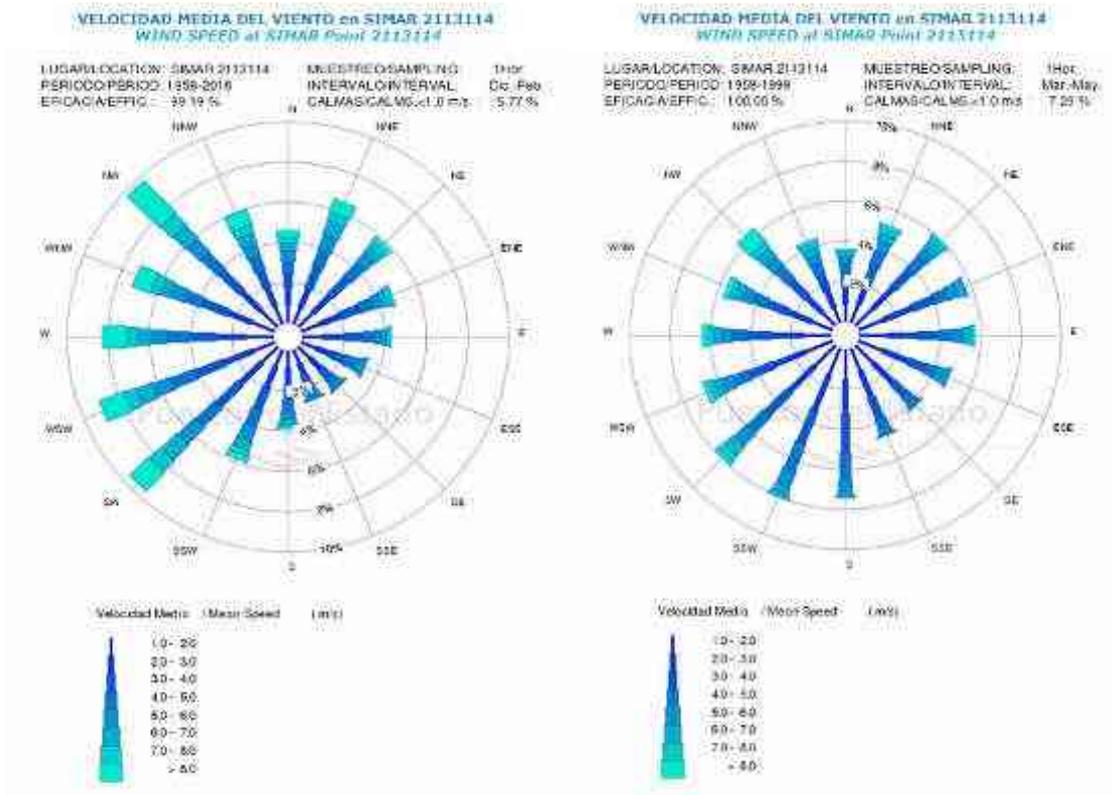


Figura 5.6 y 5.7. Rosa de vientos. A la izquierda invierno, a la derecha primavera.

Fuente: Puertos del Estado.

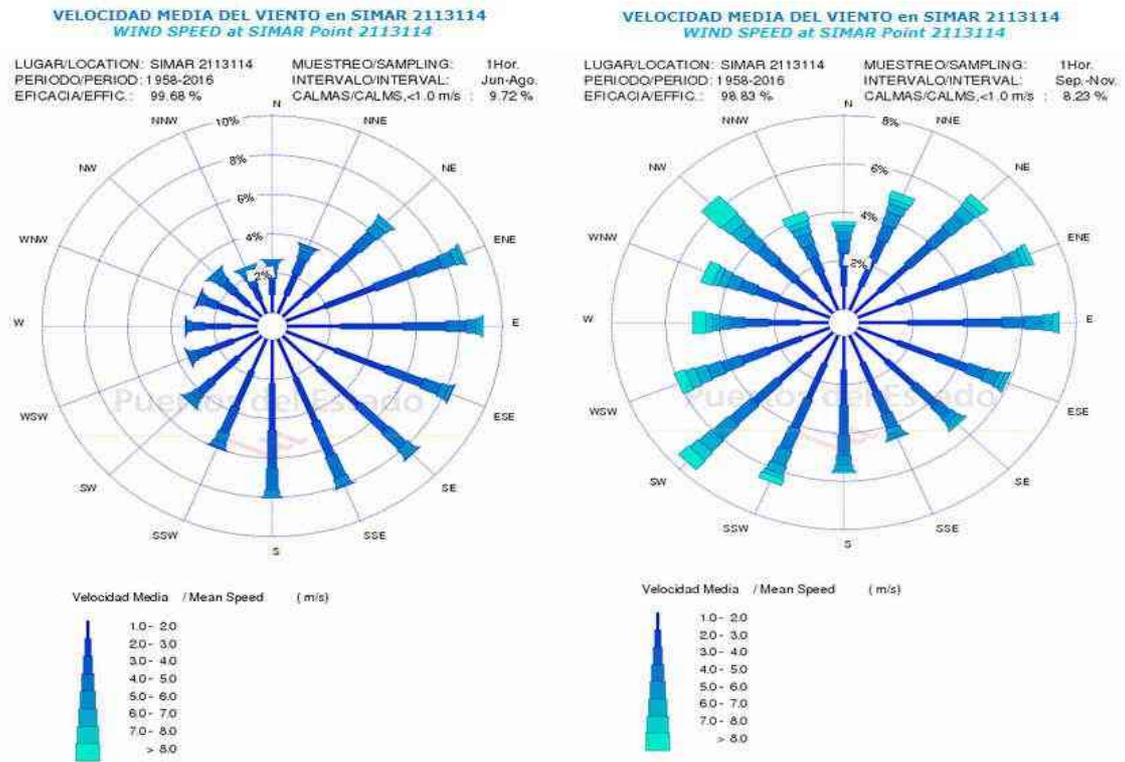


Figura 5.8 y 5.9. Rosa de vientos. A la izquierda verano, a la derecha otoño.

Fuente: Puertos del Estado.

Portals Vells (Punto SIMAR 2115114)

La evolución de las velocidades del viento en Portals Vells, según la serie histórica (1958 – 2016) del conjunto de datos SIMAR de Puertos del Estado, presenta valores medios similares a Santa Ponça. En torno a los 2,5 a 5 m/s con rachas máximas de unos 20 m/s. A continuación se muestra la serie de valores máximos, medios y mínimos mensuales.

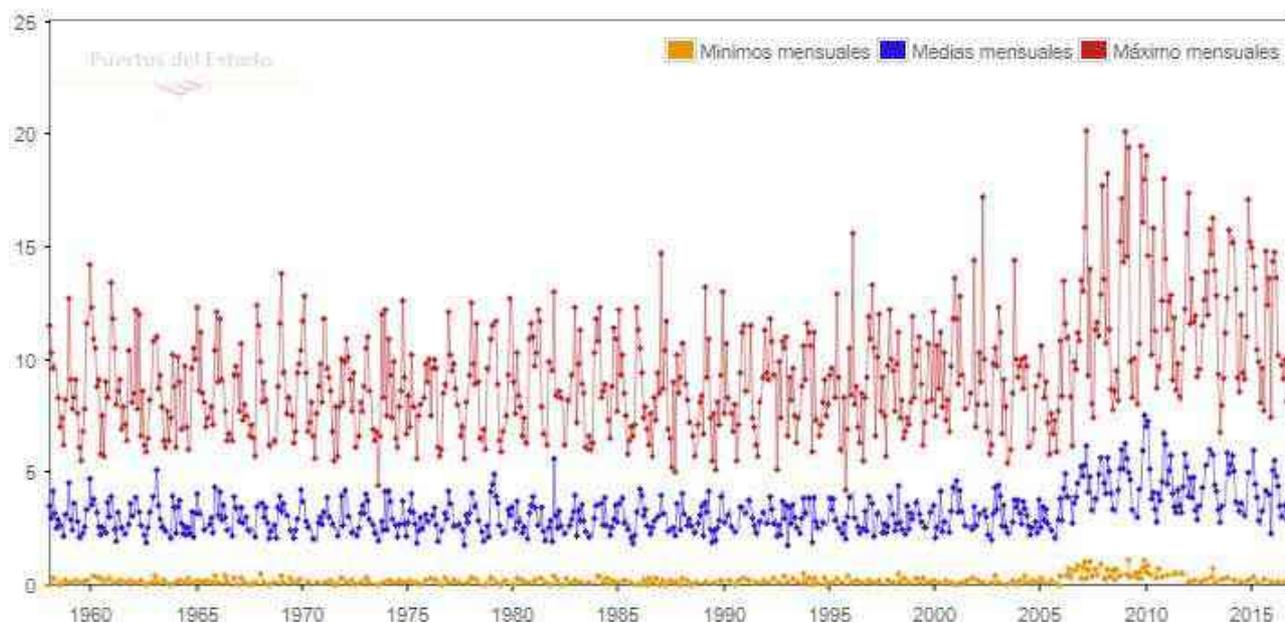


Figura 5.10. Evolución de la velocidad del viento en Portals Vells.

Fuente: Puertos del Estado.

Los valores medios indican vientos suaves con una tendencia alcista, similar al caso de Santa Ponça, en la última década. Sin embargo, el histograma de dichas velocidades (figura 8) denota un comportamiento ligeramente diferente en cuanto a la asiduidad de las bandas correspondientes a 1 - 2 m/s y de 2 - 3 m/s.

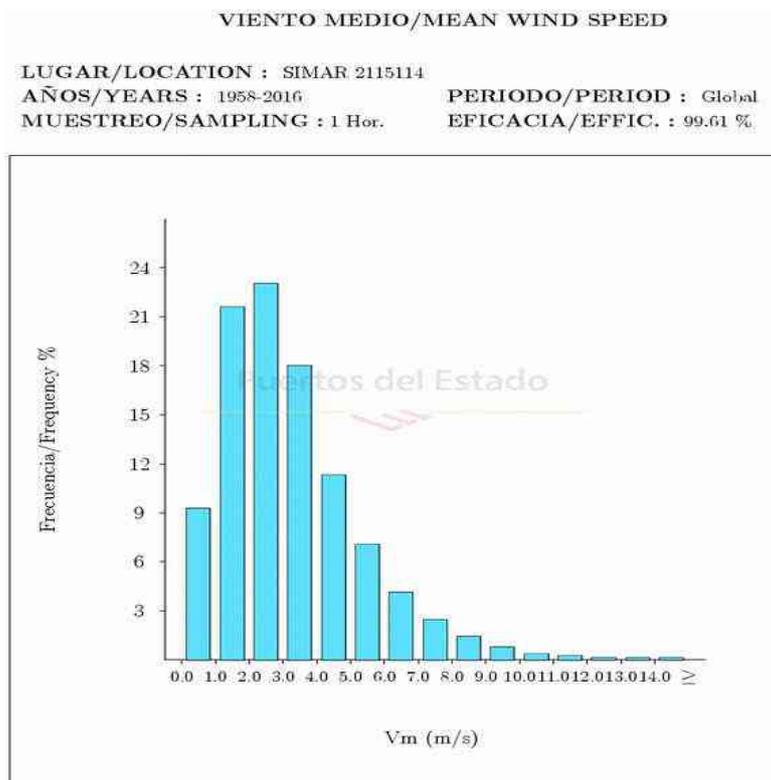


Figura 5.11. Distribución de las frecuencia de las velocidades en Portals Vells.

Fuente: Puertos del Estado.

Las rosas de viento elaboradas por Puertos del Estado indican, en este caso por estaciones, la predominancia de las direcciones de los vientos para Portals Vells.

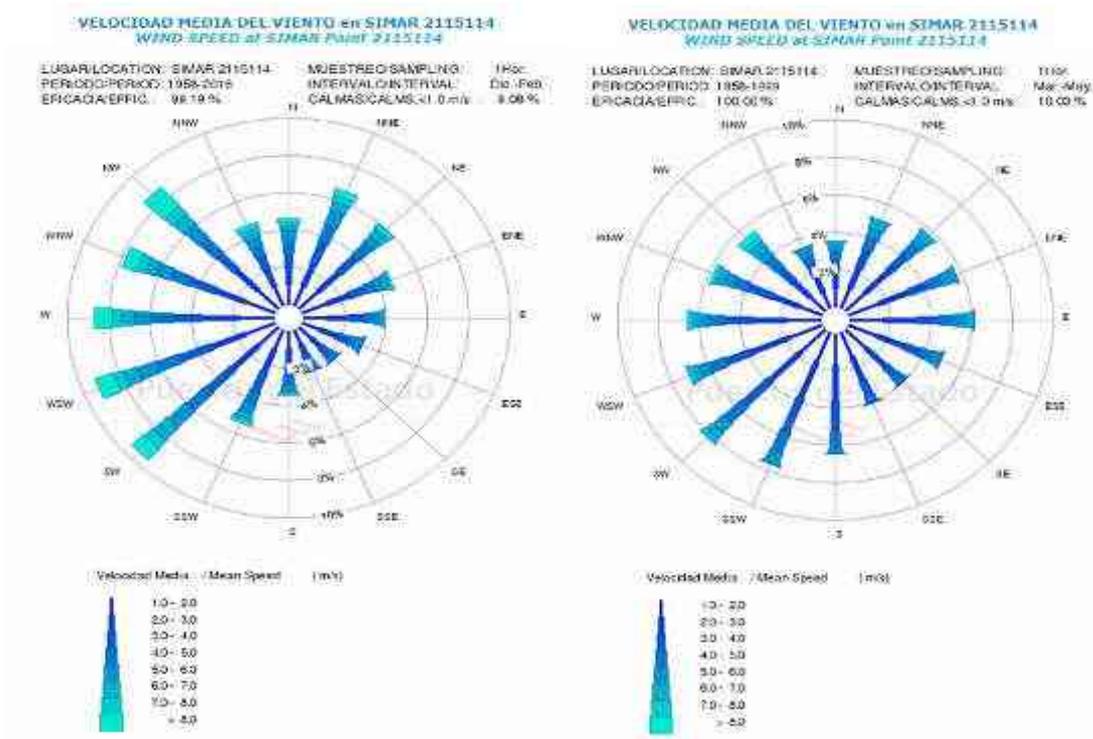


Figura 5.12 y 5.13. Rosa de vientos. A la izquierda Invierno, a la derecha primavera.

Fuente: Puertos del Estado.

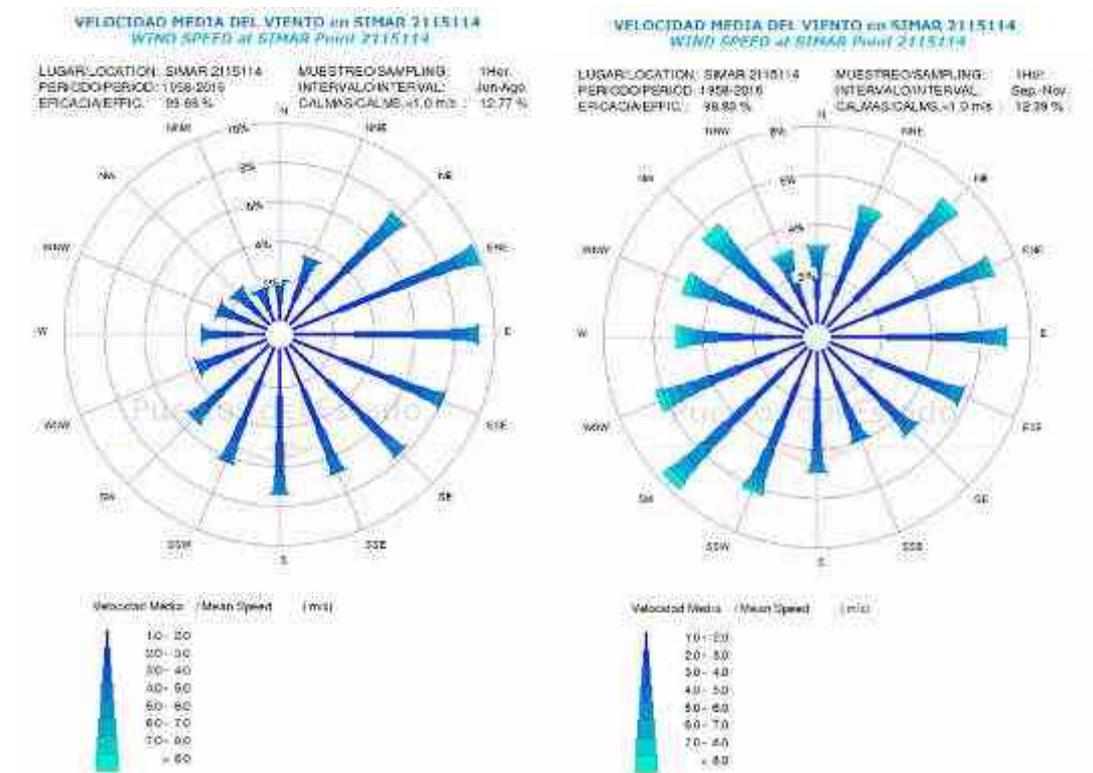


Figura 5.14 y 5.15. Rosa de vientos. A la izquierda verano, a la derecha otoño.

Fuente: Puertos del Estado.

5.1.1.8. *Relieve y litología*

En este punto, el estudio se reduce al análisis y composición del relieve y litología del litoral de Calvià. Con hasta 54 Km de longitud de costas, ésta está conformada por costa rocosa, costa arenosa, salobrales, islotes y el propio mar litoral, que se aborda en el apartado de análisis físico del ámbito marino.

El litoral de Calvià se prolonga al este desde Cala Nova en Ca's Català hasta el Cabo de Andritxol al oeste, límite administrativo con el municipio de Andratx. Dicho litoral presenta una fisionomía muy recortada conformada por una península principal y distintos cabos, bahías, calas, puntas y la mayor densidad de islotes de Mallorca.

5.1.1.8.1. *Costa rocosa*

Esta tipología de costa se distribuye a lo largo del litoral de Calvià con una gran presencia de acantilados medios y bajos (67,5%) y en menor medida acantilados elevados (32,5%). Dicha fisionomía da lugar a 3 calas rocosas.

En cuanto a su estado de conservación se encuentran en un muy buen estado aquellas zonas como la **Isla del Toro**, **Cala Figuera** y los acantilados de **Refeubetx**. En cambio, aquellas zonas que tienen grandes desarrollos urbanos en el litoral del municipio como desde **Peguera** hasta **Santa Ponça** al oeste y desde prácticamente **Portals Vells** hasta **Ca's Català** al este, presenta un estado deteriorado o en ocasiones totalmente degradado afectado a la biodiversidad, relieve resiliencia en general del litoral con fuertes cambios en la calidad paisajística del lugar.

Por otro lado, también puede ser visible la huella de antiguas canteras para la extracción de materiales de construcción.

5.1.1.8.2. *Costa arenosa*

Se distinguen un total de 27 zonas arenosas, entre playas y calas, desde **Buganvilla** al este hasta **Cala Fornells** al oeste. Es de reseñar que gran parte del litoral arenoso no presenta el sistema playa-duna en gran medida debido a la presión humana y urbanística.

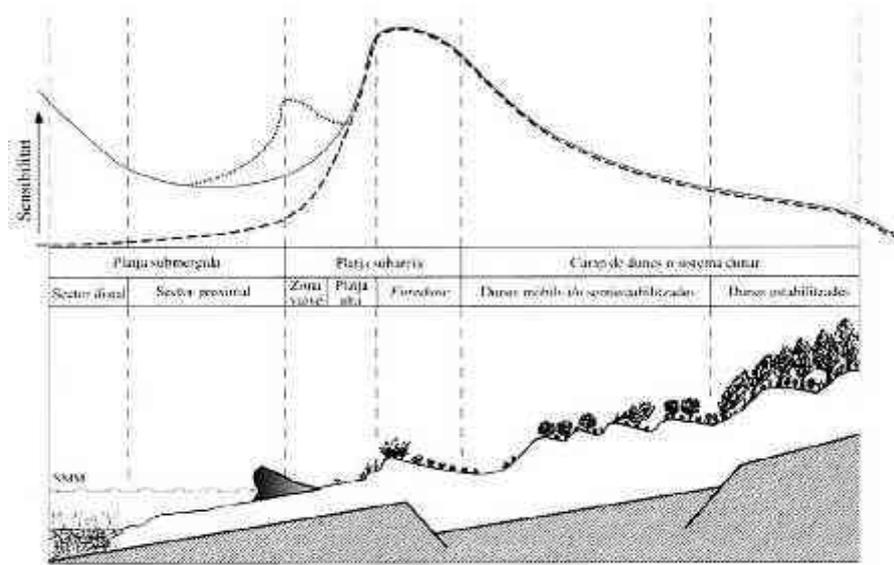


Figura 6. Sectores playa-duna con diferentes grados de sensibilidad y fragilidad (modificado de Brown y McLachlan (1990) y de Rodríguez Perea et al. (2002).

Figura 5.16. Sistema de playa-duna y sus sensibilidad.

Fuente: Efectos de la retirada de bermas vegetales de *Posidonia oceanica* sobre playas de las islas Baleares: consecuencias de la presión turística. Instituto de Geografía, UNAM.

5.1.1.8.3. Salobrales.

Los salobrales son zonas deprimidas de la costa, que suelen tener una conexión con alguna corriente fluvial y con el mar. El agua suele poseer una gradación de agua dulce hasta agua de salinidad igual o superior a la del mar. Así mismo suelen ser acumuladores de sedimentos provenientes de las aguas de escorrentías y propensos a ser inundados ante fuertes precipitaciones.

De los 3 salobrales existentes en **Magaluf**, **Santa Ponça** y **Palma Nova** solo quedan pequeñas parcelas de interior del primer caso. El resto han sido destruidos, casi en su totalidad, al rellenarse e impermeabilizarse para la implantación de zonas residenciales y turísticas o por convertirse en zonas de vertidos de escombros y basura.

5.1.1.8.4. Islotes

Los islotes conforman el sistema costero mejor conservado de Calvià. En total existen 10 islotes con una superficie aproximada de 23 hectáreas y se encuentran deshabitados. Una de las características principales es su proximidad a la costa aumentado su valor paisajístico y su visibilidad.

Su riqueza se basa en los endemismos y en la dinámica de colonizaciones y extinciones naturales. Los más relevantes son **Sa Caleta**, **Sa Torre**, isla d'**En Sales**, isla de **Sa Porrassa**, islote del **Sec**, **Ses Bardines**, isla del **Toro**, isla de **Ses Rates** y el **Malgrat**.

5.1.1.8.5. Litología

La información que aquí se presenta de la composición de los materiales del litoral del municipio de Calvià está basada en el estudio del medio físico llevado a cabo en el Plan de Gestión Integral del Litoral del Calvià por el Ayuntamiento de Calvià.

Litología del litoral de Calvià	
Localidad	Litología
Illetas y Bendinat	Calcáreas, dolomías y brechas carbonatadas.
Portals Nous	Formaciones superficiales y coluviales de bloques, gravas y arenas calcáreas.
Palma Nova	Formaciones superficiales y coluviales de bloques, gravas y arenas calcáreas, margas, margo calcáreas y limos arcillosos con materia orgánica.
Magaluf	Limos arcillosos con materia orgánica.
Urbanización Cala Vinyes y Cala Falcó	Calcáreas coralinas.
Península de Refeubetx y Cala Figuera	Calcáreas bioclásticas, arenas eólicas y de playa y limos arcillosos con materia orgánica.
El Toro	Limolitas y arcillas rojas con cantos rodados y arenas eólicas y de playas.
Santa Ponça	Margas y margo calcáreas, calcáreas, dolomías y brechas carbonatadas y arenas eólicas y de playa.
Urbanización Costa de la Calma y Peguera	Margas y margo calcáreas, conglomerados, localmente calcarenitas y calcáreas con lignitos, dolomías y brechas carbonatadas.

Tabla 5.4. Litología del litoral del término municipal de Calvià.

Fuente: Plan de Gestión Integral del Litoral de Calvià. Elaboración propia.

5.1.2. Ámbito marino

5.1.2.1. Estudio batimétrico

El presente apartado recoge y se apoya en la información concluida en el estudio batimétrico contemplado en el proyecto de interconexión eléctrica de Mallorca-Eivissa llevado a cabo por Red Eléctrica de España. Dicho estudio recoge pormenorizadamente el ámbito de Santa Ponça.

Por otro lado, se elabora una cartografía propia, a mayor escala, del litoral del término municipal de Calvià a partir de información facilitada por la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Pesca.

El estudio batimétrico de REE concluye que el perfil del litoral en la zona de Santa Ponça, entre las cotas -7,5 m y -55,22 m, presenta una suave pendiente decreciente entre rangos de 0-2 %, con valores puntuales de 2-5 %. Así mismo en aquellas zonas junto a los accidentes geográficos más pronunciados se llegan a valores superiores al 50 %.

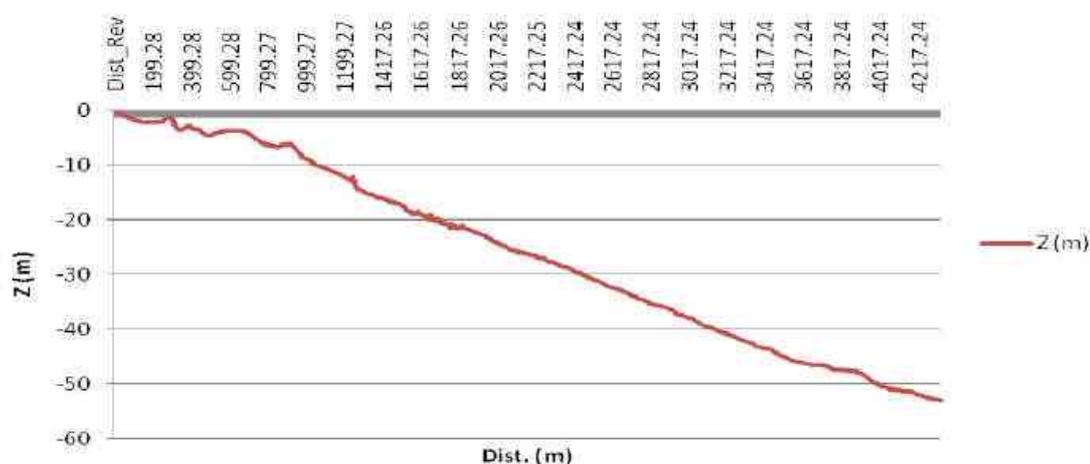
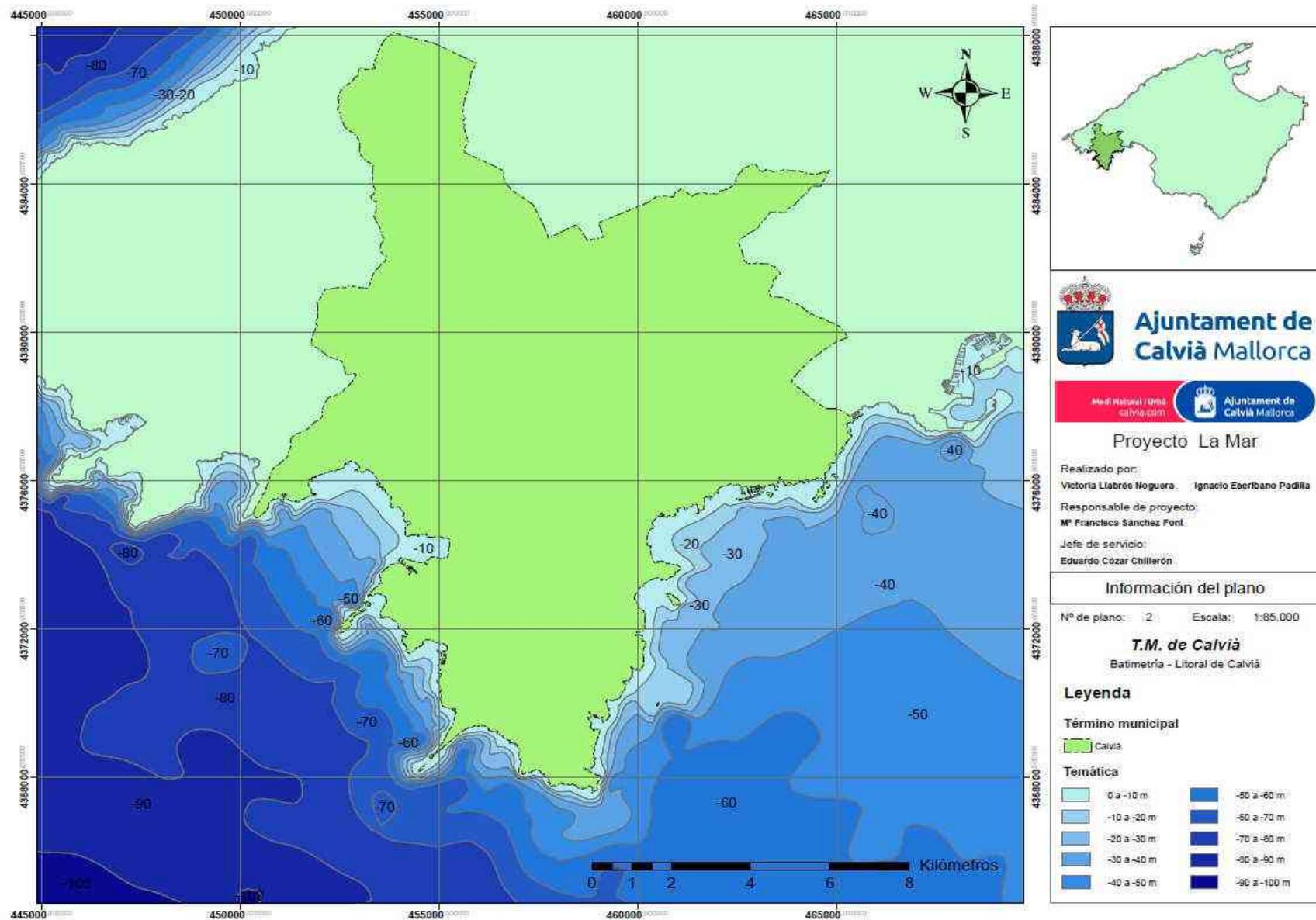


Figura 5.17. Perfil batimétrico de Santa Ponça.

Fuente: Estudio de impacto ambiental. Interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España.

Cabe destacar la presencia de un emisario de la EDAR del municipio de Calvià en el ámbito de estudio de Santa Ponça.

Complementariamente se elabora una cartografía propia de las aguas litorales del municipio con isolíneas cada 10 m de profundidad. A continuación se muestra el plano realizado.



Proyecto La Mar

Realizado por:
Victoria Librés Noguera, Ignacio Escribano Padilla

Responsable de proyecto:
M^a Francisca Sánchez Font

Jefe de servicio:
Eduardo Cozar Chillerón

Información del plano

Nº de plano: 2 Escala: 1:85.000

T.M. de Calvià
Batimetría - Litoral de Calvià

Leyenda

Término municipal

- Calvià

Temática

0 a -10 m	-50 a -60 m
-10 a -20 m	-60 a -70 m
-20 a -30 m	-70 a -80 m
-30 a -40 m	-80 a -90 m
-40 a -50 m	-90 a -100 m

5.1.2.2. Estudio geofísico

Las características y composición del sedimento de la plataforma balear presenta un mayor porcentaje de bioclastos frente a litoclastos y el principal productor se encuentra en las praderas de *Posidonia oceanica*. El papel de esta fanerógama marina es trascendental en el mantenimiento y equilibrio del sistema al ser sus praderas una zona donde la producción de sedimentos biógenos es elevada.

Con el fin de conocer la composición de los fondos marinos de los ámbitos de estudio se debe realizar el pertinente estudio del fondo. Debido a la imposibilidad de llevarlo a cabo, nos apoyamos en la información existente del estudio de Side Scan Sonar (Sónar de barrido lateral) recogido en la memoria ambiental del proyecto de Red Eléctrica de España del tramo Mallorca-Eivissa, que nos permite realizar una caracterización de los fondos marinos. Dicho estudio, mediante un análisis de los sonogramas, llega a identificar 7 tipos diferentes de fondos.

Tipología del fondo marino			
Tipo de fondo	Extensión	Situación	Particularidades
Arenas finas/muy finas con bioclastos	2.003,193 m ²	Entre las cotas -37 m y -47 m y puntualmente en las praderas de fanerógamas en la cota -26 m.	Forman estructuras dunares originadas por corrientes de fondo.
Arenas medias/finas no vegetadas	474,464 m ²	En pequeños enclaves intercalados en medio de las praderas de <i>Posidonia oceanica</i> .	Presenta marcas de fondo causadas por las corrientes de gran energía. Origina pequeñas dunas o "ripple marks".
Arenas medias/finas vegetadas	58,573 m ²	En la zona sur de la cala próxima a la costa entre las cotas -1 m y -10 m.	
Fanerógamas	2.853.824 m ²	Entre las cotas -3 m y -33 m.	Conformado por <i>Posidonia oceanica</i> y <i>Cymodocea nodosa</i> .
Fangos	1.368,013 m ²	A partir de la cota -47 m.	Presencia de marcas de pesca de arrastre

Rizoma <i>Posidonia oceanica</i>	71,910 m ²	Entre las cotas -31 m y -37 m.	Pequeñas áreas de rizomas de <i>Posidonia oceanica</i> .
Roca	158,806 m ²	En la zona este desde el puerto de Santa Ponça hasta el cabo y en la bahía entre las cotas -3 m y -7 m.	

Tabla 5.5. Composición geofísico del fondo marino de Santa Ponça.

Fuente: Estudio de impacto ambiental. Interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España. Elaboración propia.

En el siguiente mapa se ilustra el trabajo llevado a cabo en dicho estudio. Permite diferenciar las zonas que claramente están cubiertas de *Posidonia oceanica* de los otros tipos de fondos marinos.

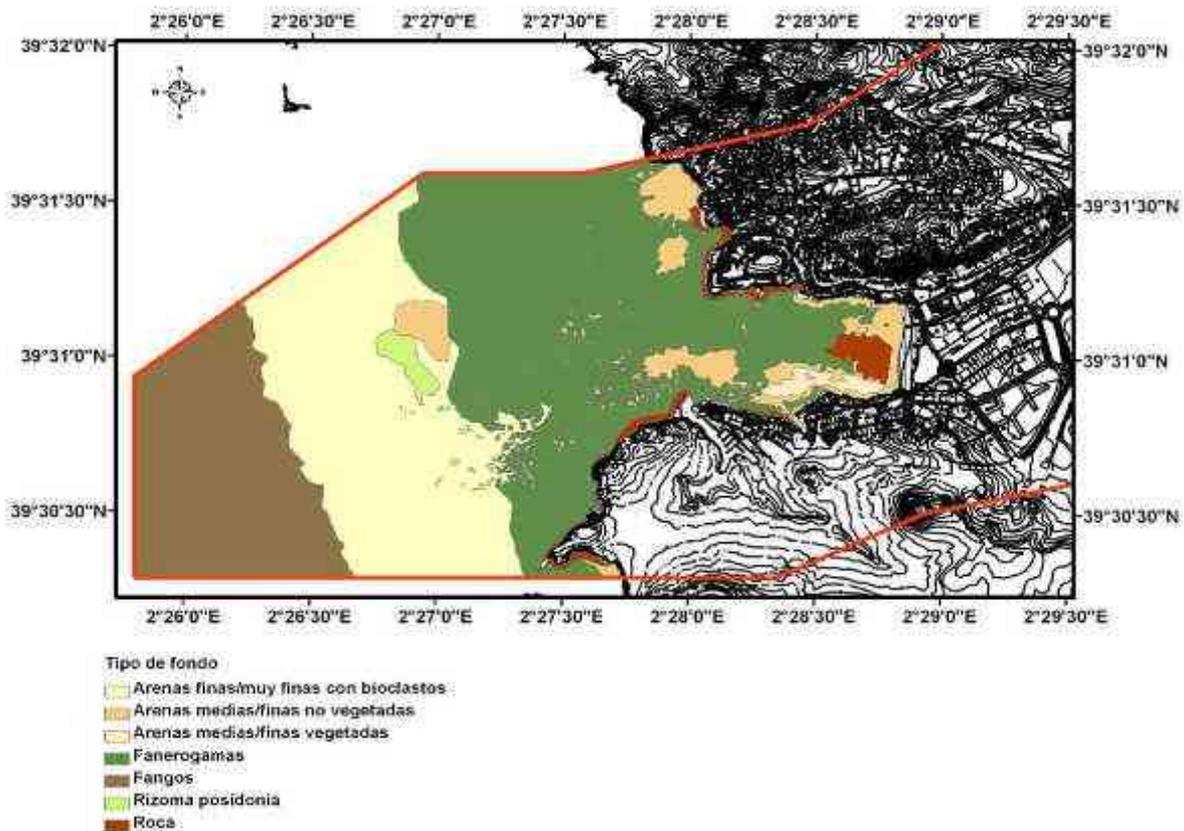


Figura 5.18. Mapa identificativo del fondo marino de Santa Ponça.

Fuente: Estudio de impacto ambiental. Interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España.

El estudio de la estratigrafía y potencia del fondo marino está dividido en tres áreas y en 4 perfiles en total como se visualiza en los siguientes mapas.

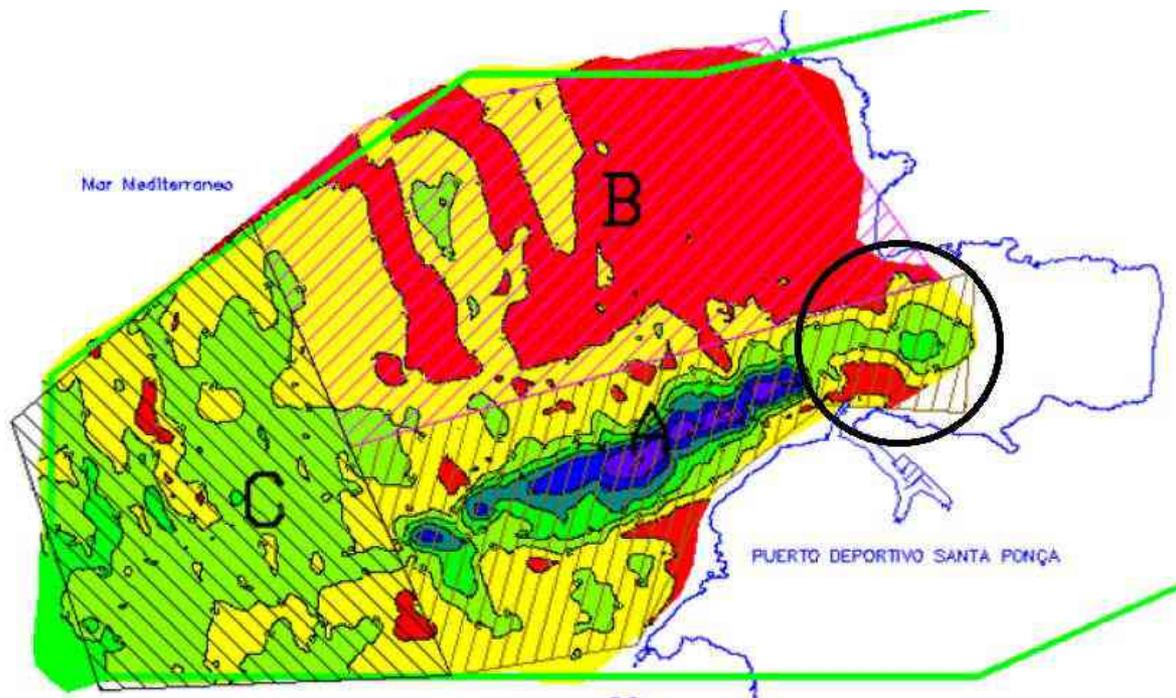


Figura 5.19. Mapa morfológico de Santa Ponça.

Fuente: Estudio de impacto ambiental. Interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España.

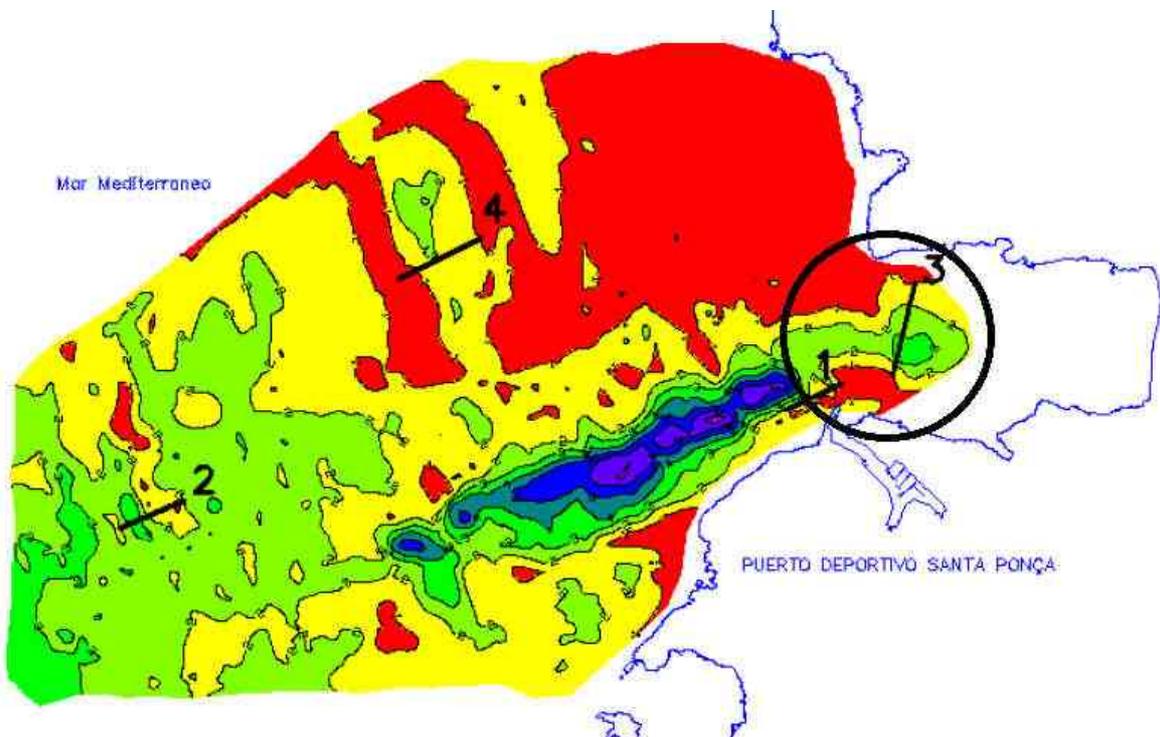


Figura 5.20. Localización de los perfiles estratigráficos de Santa Ponça.

Fuente: Estudio de impacto ambiental. Interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España.

Dado que el estudio no abarca la totalidad de la cala sino solo parte de la misma, correspondiente a la zona más oriental de los anteriores mapas, este documento se ciñe a obtener información únicamente de las zonas que resulta de interés, delimitadas por un círculo negro.

Morfológicamente el área pertinente esta conformada por un gran volumen de sedimentos no consolidados distribuidos paralelamente a la línea de la costa con potencias de hasta 9 m. Próximo a la bocana del puerto deportivo de Santa Ponça si se encuentran afloramientos rocosos de potencias inferiores al metro.

Estratigráficamente el perfil 3 indica la existencia de un paleocauce que da continuidad a la vaguada de la cala de Santa Ponça donde se depositan los mayores espesores de sedimento. El perfil sísmico denota un fondo marino homogéneo y un basamento acústico rocoso que aflora en los extremos del perfil que a su vez coincide con los límites de dicho paleocauce donde hay espesores de sedimentos superiores a los 3 m.

Detalladamente, la unidad 1 del perfil muestra una estratigrafía irregular, posible resultado de un régimen hidrodinámico medio-alto común de los ambientes de plataforma interna. Así mismo tiene una reflectividad media que se asocia con una granulometría de grano medio. En cambio la unidad 2, la más reciente, la reflectividad indica alternancia de arenas finas y medias asociado a un ambiente sedimentario de baja energía, propio del relleno del canal.

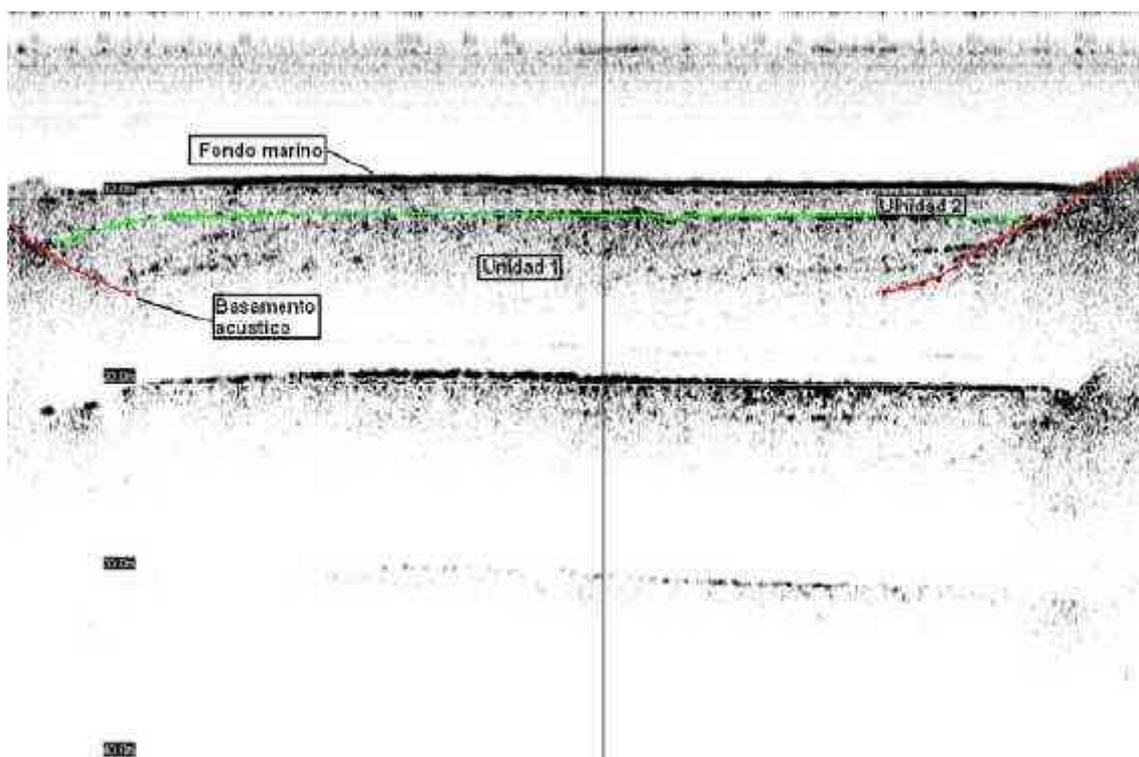


Figura 5.21. Perfil acústico nº 3. Santa Ponça.

Fuente: Estudio de impacto ambiental. Interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España.

5.1.2.3. Clima marítimo

En este apartado se caracteriza el clima, propiamente dicho, del mar y su dinámica litoral. Se contempla el estudio del oleaje, las mareas, corrientes y dinámica litoral.

5.1.2.3.1. Oleaje

Los valores se obtienen a partir de los puntos SIMAR que son nodos cuyos datos se obtienen a partir de modelos numéricos. Se estudia las series temporales que muestran la evolución desde 1958 a 2016 de la altura significativa de ola (en adelante H_s), periodo medio⁴ (en adelante T_m) y periodo de pico⁵ (en adelante T_p). Así mismo también se incluye la distribución conjunta de T_p y H_s , rosas de oleaje y distribución conjunta de direcciones y H_s , y por último el estudio del régimen medio⁶ de H_s . En todos los anteriores casos la serie histórica de datos contempla desde enero de 1958 hasta mayo de 2017.

4 Periodo medio de todas las ondas que constituyen el oleaje.

5 Periodo correspondiente al grupo de ondas con más energía

6 Se entiende como régimen medio de una serie temporal al conjunto de estados de oleaje que más probablemente nos podemos encontrar.

Santa Ponça (Punto SIMAR 2113114)

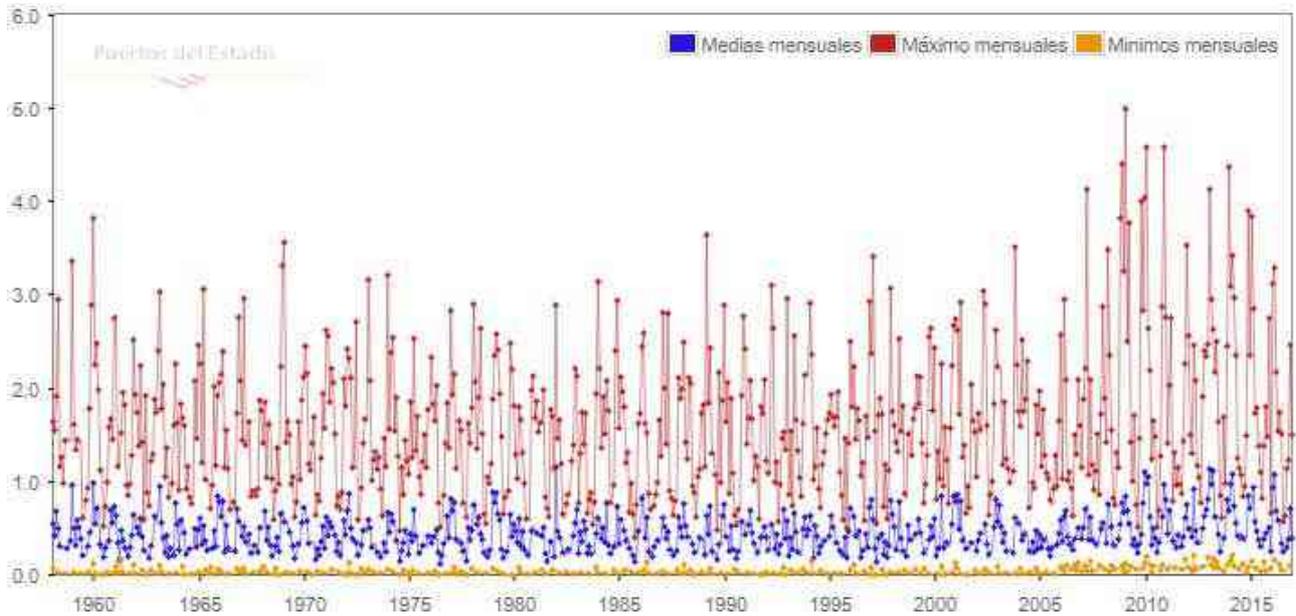


Figura 5.22. Evolución de la Hs en Santa Ponça.

Fuente: Puertos del Estado.

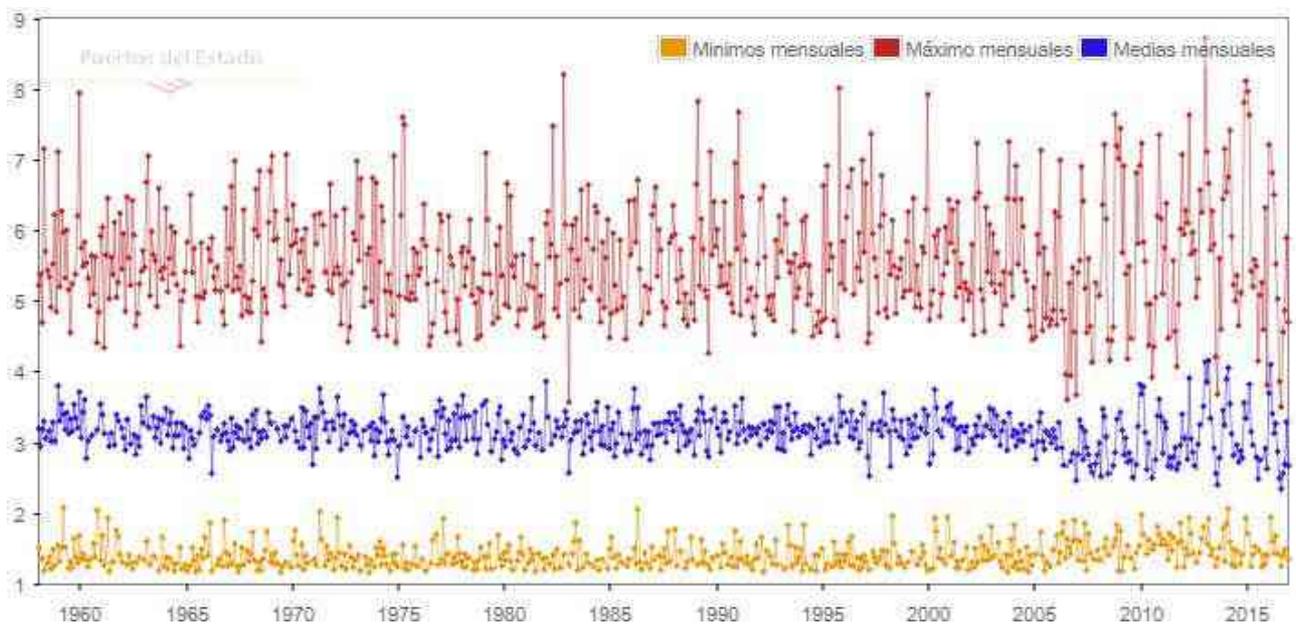


Figura 5.23. Evolución del Tm en Santa Ponça.

Fuente: Puertos del Estado.

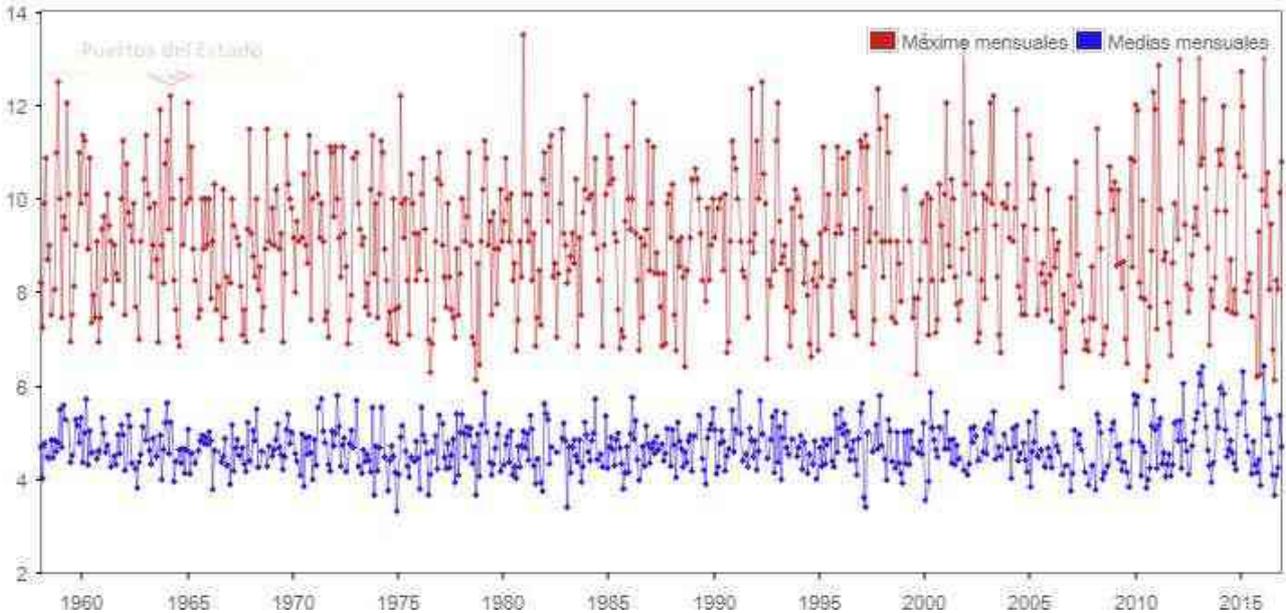


Figura 5.24. Evolución del Tp en Santa Ponça.

Fuente: Puertos del Estado.

La distribución anual conjunta de Tp y Hs nos permite saber, mediante histogramas, como se distribuye la frecuencia de la duración del ciclo de las ondas más energéticas junto con la distribución de la frecuencia de la Hs. Por otro lado, tabla de contingencia permite cruzar la información y establecer una correlación de la concurrencia de determinadas alturas de ola con diferentes periodos de pico. En base a datos ofrecidos por Puertos del Estado, las distribuciones nos indican que los valores de mayor frecuencia se sitúan en torno a 3-6 s de Tp y de 0-1 m de altura de olas.

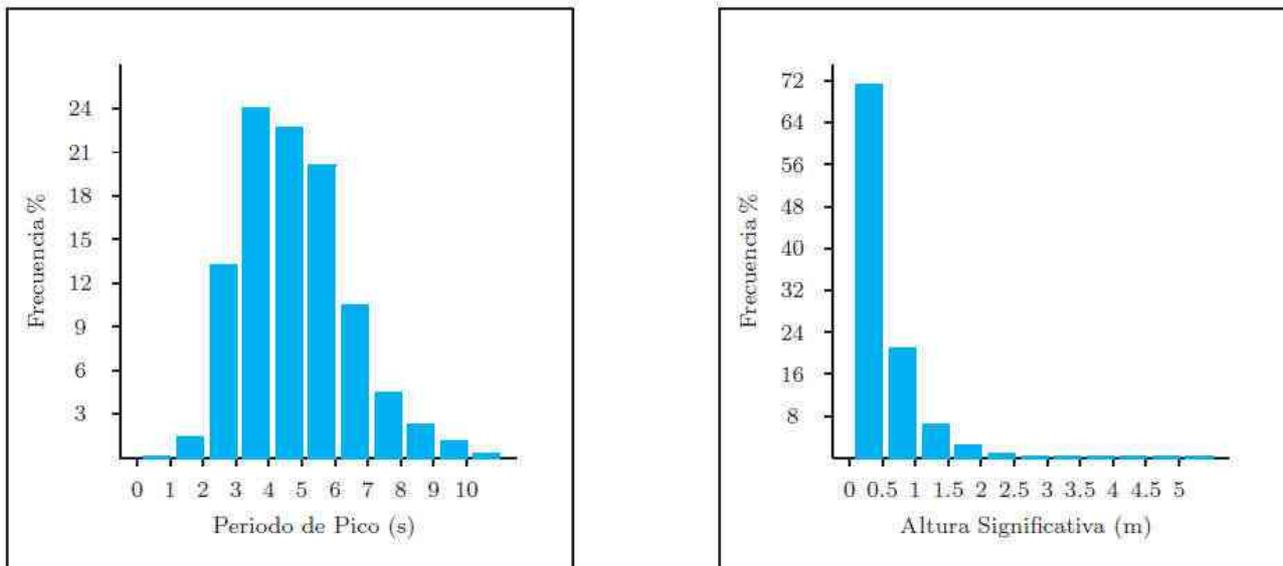


Figura 5.25. Distribución del periodo de pico y de altura significativa de ola en Santa Ponça.

Fuente: Puertos del Estado.

Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	1.448	12.943	20.702	16.005	12.227	4.567	1.581	0.852	0.429	0.216	70.970
1.0	-	-	0.237	3.231	5.461	5.143	3.753	1.508	0.625	0.318	0.071	20.349
1.5	-	-	-	0.016	1.112	2.149	1.336	0.758	0.376	0.188	0.027	5.961
2.0	-	-	-	-	0.008	0.561	0.676	0.375	0.186	0.121	0.029	1.957
2.5	-	-	-	-	-	0.006	0.175	0.188	0.085	0.050	0.020	0.525
3.0	-	-	-	-	-	-	0.004	0.062	0.057	0.034	0.004	0.161
3.5	-	-	-	-	-	-	-	0.007	0.023	0.010	0.008	0.048
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.006	0.008	0.004	0.018
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.005	0.002	0.009
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.003	-	0.003
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	1.448	13.181	23.948	22.585	20.089	10.512	4.479	2.211	1.165	0.382	100 %

Figura 5.26. Relación de las frecuencias de alturas significativas de ola y periodos de pico en Santa Ponça.

Fuente: Puertos del Estado.

Las rosas de oleaje, al igual que en el apartado de viento, muestran la distribución sectorial por estaciones del oleaje que discretiza los datos en direcciones y alturas de ola permitiendo determinar cuáles son los sectores más energéticos. Su longitud es proporcional a la probabilidad de presentación de cada sector, apreciándose así visualmente cuáles son los sectores que predominan.

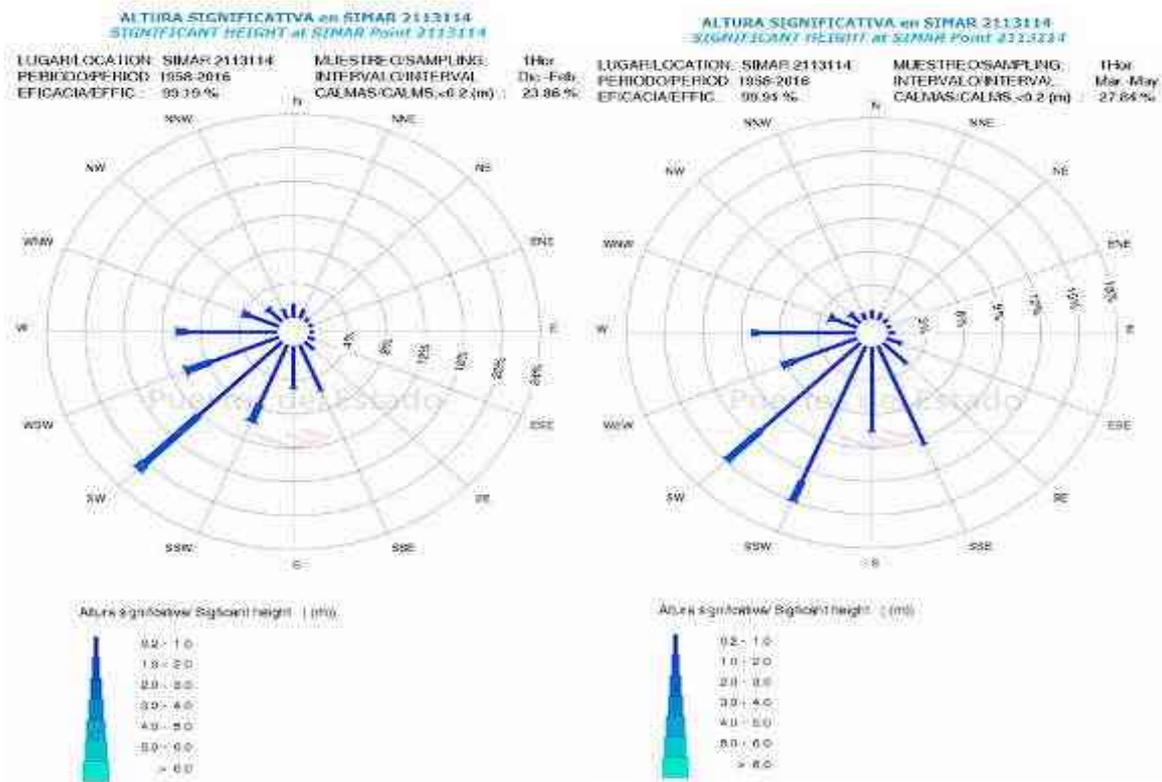


Figura 5.27 y 5.28. Rosa de oleaje. A la izquierda invierno, a la derecha primavera en Santa Ponça.

Fuente: Puertos del Estado.

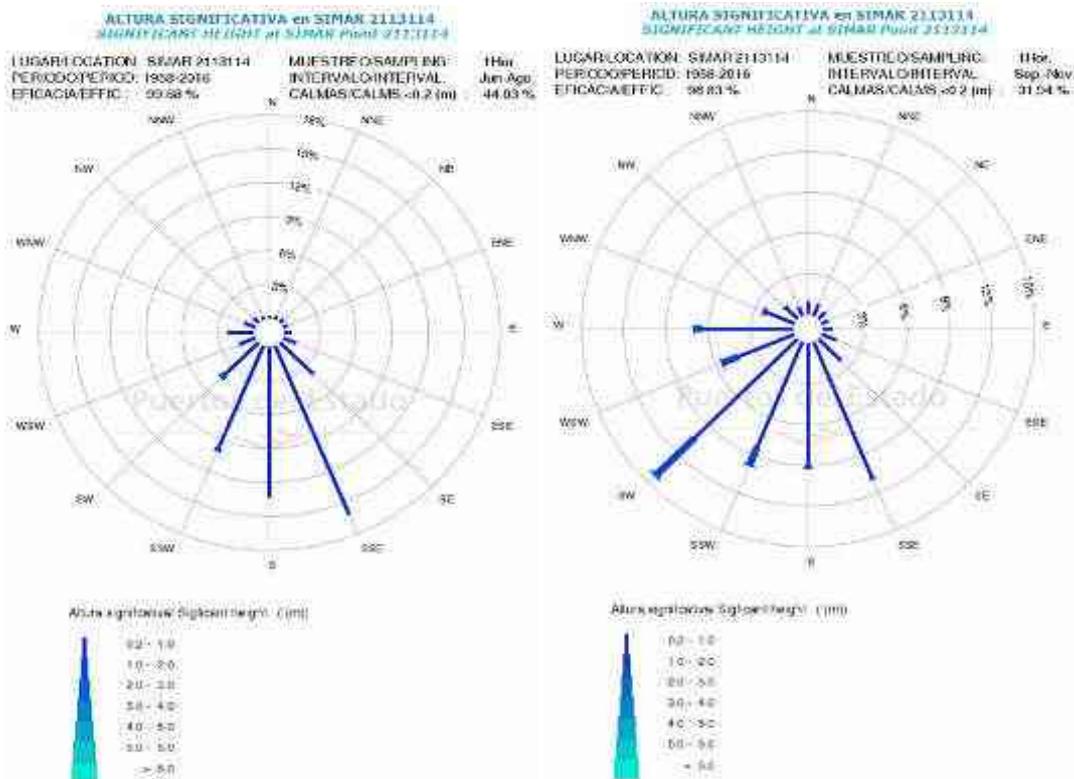


Figura 5.29 y 5.30. Rosa de oleaje. A la izquierda verano, a la derecha otoño en Santa Ponça.

Fuente: Puertos del Estado.

A continuación se representan los histogramas de las direcciones y Hs anuales junto con la tabla de contingencia que establece una relación entre las direcciones predominantes y las alturas de ola.

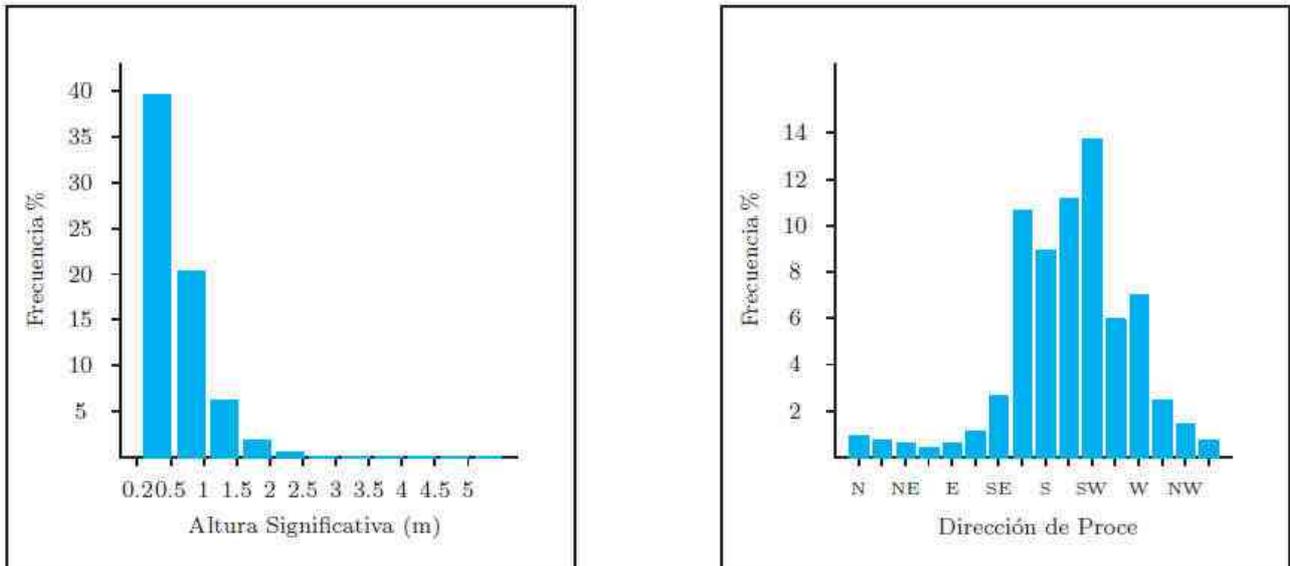


Figura 5.31. Distribución de la altura significativa de ola y de las direcciones del oleaje en Santa Ponça.

Fuente: Puertos del Estado.

Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS	31.835												31.835
N 0.0		.756	.138	.004	-	-	-	-	-	-	-	-	.897
NNE 22.5		.638	.088	.003	-	-	-	-	-	-	-	-	.729
NE 45.0		.444	.057	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.501
ENE 67.5		.365	.045	.001	-	-	-	-	-	-	-	-	.411
E 90.0		.454	.072	.002	-	-	-	-	-	-	-	-	.528
ESE 112.5		.816	.185	.029	-	-	-	-	-	-	-	-	1.030
SE 135.0		2.075	.425	.018	.006	.001	-	-	-	-	-	-	2.525
SSE 157.5		9.049	1.480	.072	-	-	-	-	-	-	-	-	10.602
S 180.0		6.096	2.515	.156	.013	.004	-	-	-	-	-	-	8.784
SSW 202.5		5.673	3.985	1.071	.298	.086	.042	.014	.005	-	-	-	11.175
SW 225.0		4.244	5.137	2.757	1.146	.295	.068	.016	.009	.005	-	-	13.677
WSW 247.5		2.297	2.296	.969	.243	.062	.021	.012	.001	.003	.002	-	5.906
W 270.0		3.706	2.639	.510	.060	.017	.009	.002	.001	-	-	-	6.943
WNW 292.5		1.429	.661	.195	.114	.043	.013	.004	.002	-	-	-	2.462
NW 315.0		.704	.397	.131	.064	.013	.007	-	-	-	-	-	1.315
NNW 337.5		.528	.134	.013	.003	.001	-	-	-	-	-	-	.679
Total	31.835	39.272	20.252	5.933	1.947	.523	.160	.048	.018	.009	.003	-	100 %

Figura 5.32. Relación de las frecuencias de alturas significativas de ola y direcciones de procedencia en Santa Ponça.

Fuente: Puertos del Estado.

A la vista de los resultados, resultan las direcciones SW (225°), SSW (202,5°) y SSE (157,5°) las que presentan una mayor presencia con olas predominantemente que oscilan entre los 0,5 al 1,5 m de altura.

La representación de los datos que definen el régimen medio sigue una distribución teórica donde solo se emplean aquellos datos cuyos valores de presentación caen en la zona media del histograma. Se escogen la distribución **Weibull** para describir el régimen medio de las series de oleajes. Su expresión es:

$$F_e(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x-B}{A}\right)^c}$$

Parámetros de Weibull		
Parámetro de escala (A)	Parámetro de centrado (B)	Parámetro de forma (C)
>0	El menor de todos	0,35 – 0,5

Tabla 5.6. Parámetros de distribución de Weibull.

Fuente: Puertos del Estado. Elaboración propia.

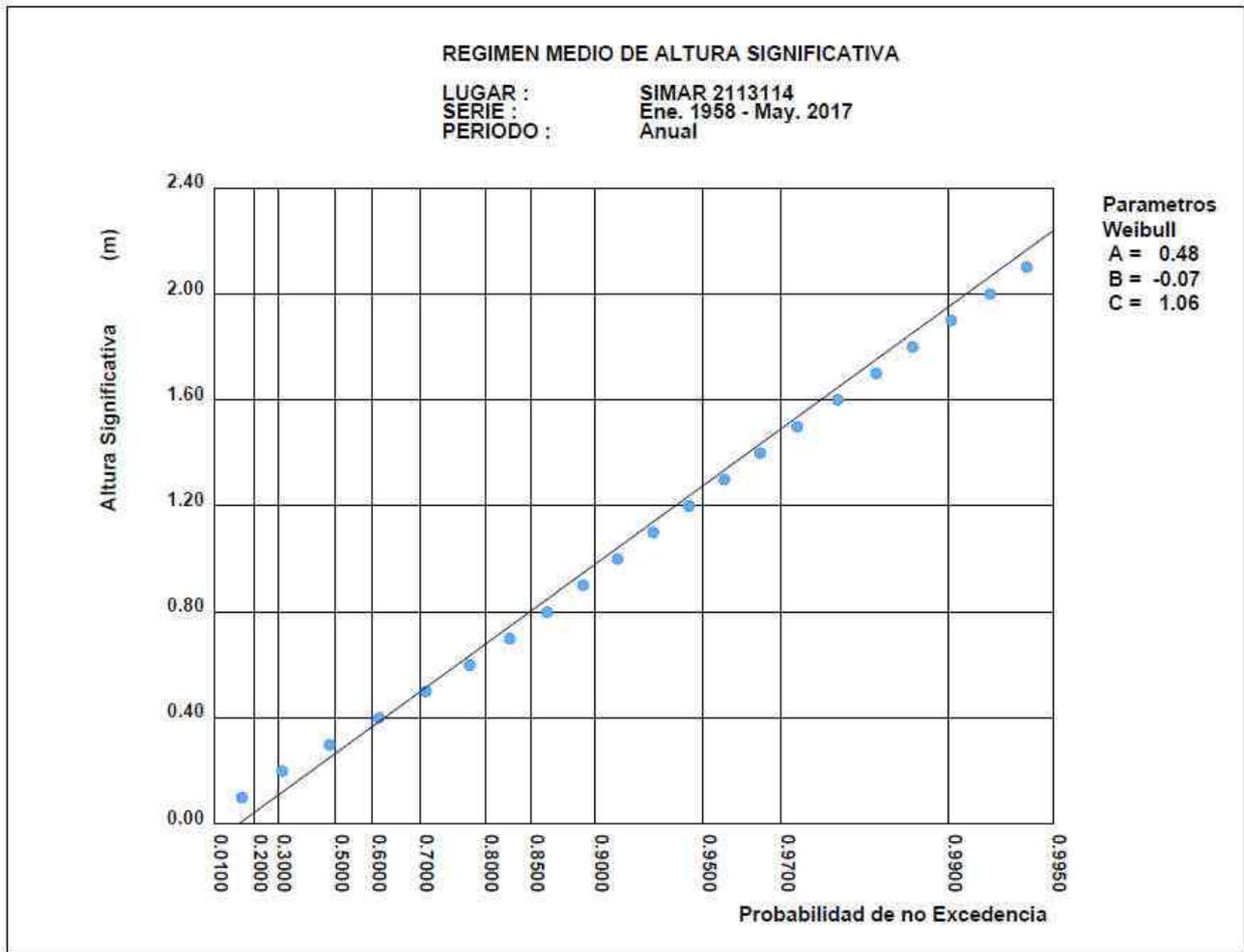


Figura 5.33. Régimen medio de alturas significativas de ola en Santa Ponça.

Fuente: Puertos del Estado.

Probabilísticamente esta distribución nos indica que el rango más probable de Hs esté entre 0,15 m aproximadamente y menos de 2,20 m.

Portals Vells (Punto SIMAR 2115114)

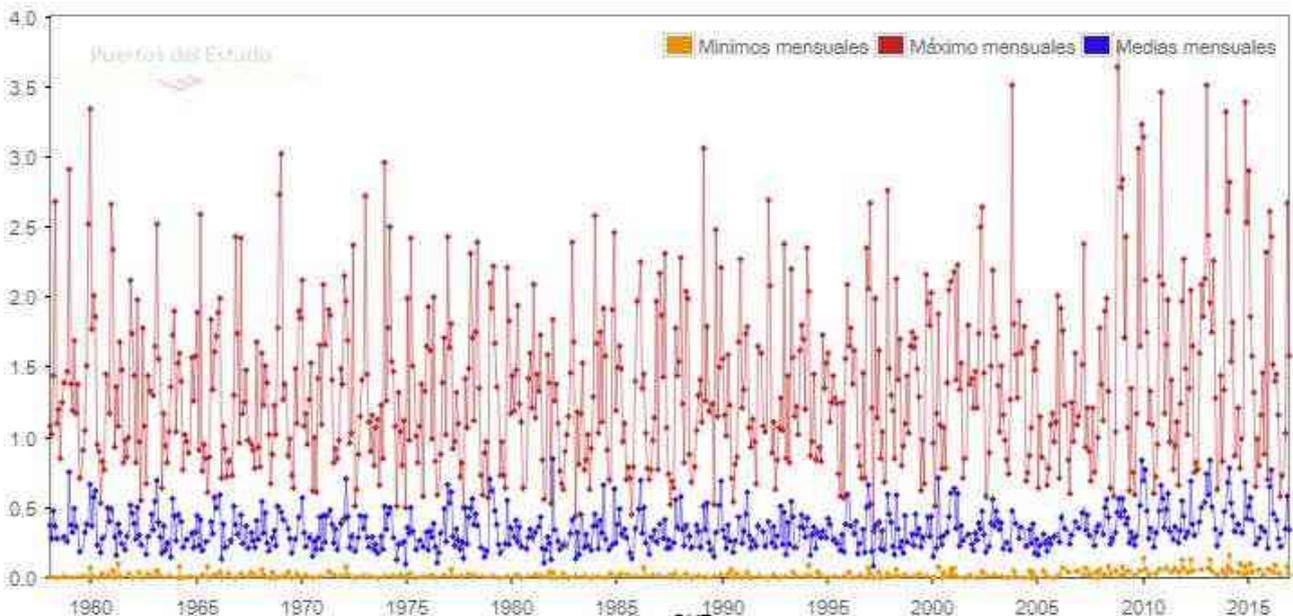


Figura 5.34. Evolución de la Hs en Portals Vells.

Fuente: Puertos del Estado.

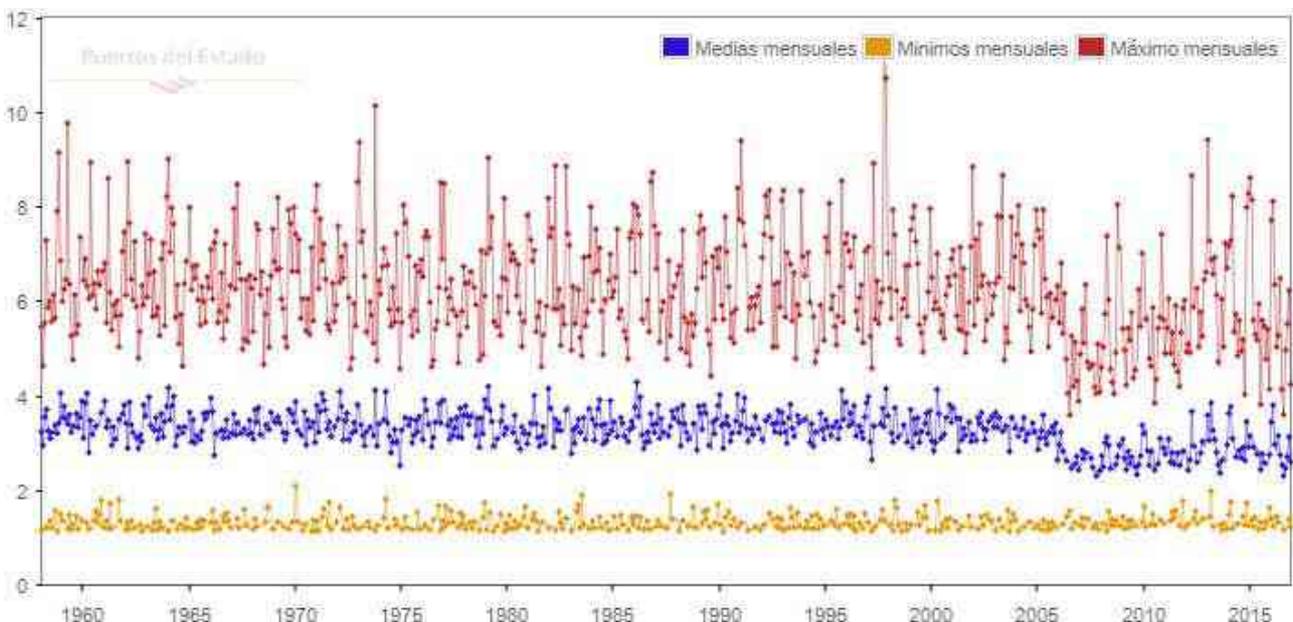


Figura 5.35. Evolución del Tm en Portals Vells.

Fuente: Puertos del Estado.

Siguiendo la misma metodología que en el caso de Santa Ponça, según los datos ofrecidos por Puertos del Estado, los histogramas nos indican que los valores de mayor frecuencia se sitúan en

torno a 3-6 s de T_p y de 0-1 m de altura de olas.

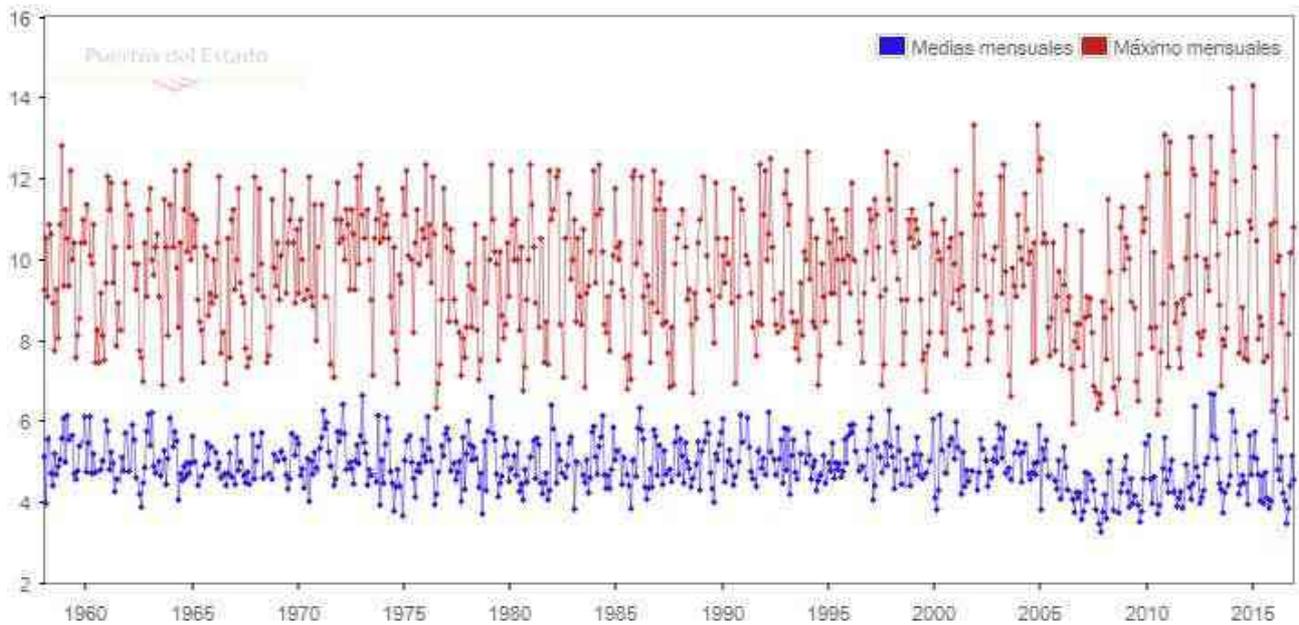


Figura 5.36. Evolución del T_p en Portals Vells.

Fuente: Puertos del Estado.

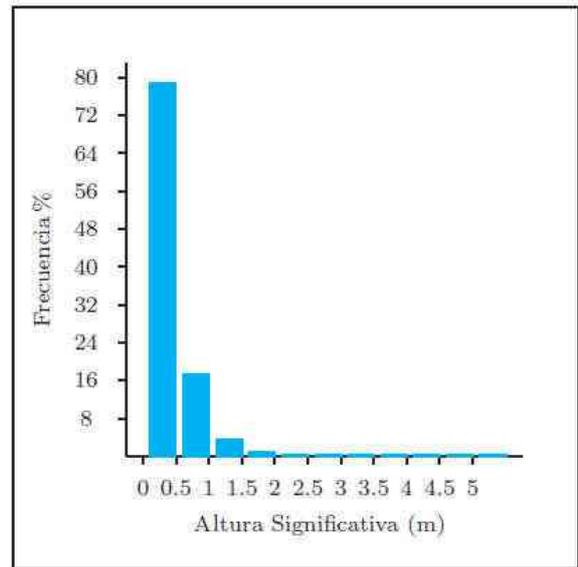
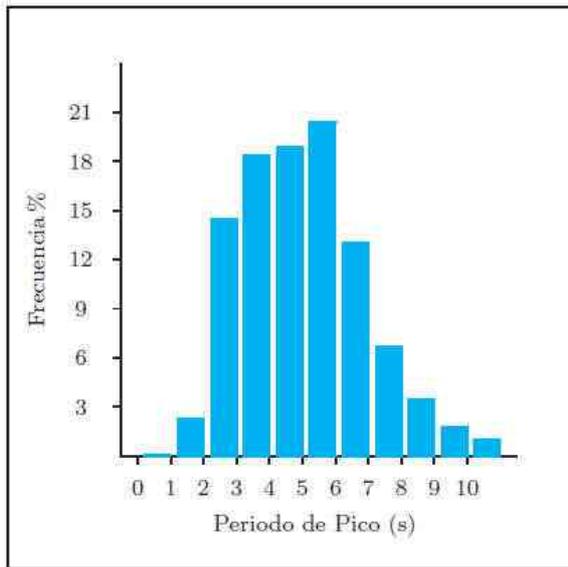


Figura 5.37. Distribución del periodo de pico y de altura significativa de ola en Portals Vells.

Fuente: Puertos del Estado.

La mayor frecuencia se concentra en olas de menos de 0,5 m de altura con periodos de pico que ronda entre los 3 y los 8 segundos de media. A continuación se muestra la tabla de contingencia con la relación de ambos parámetros.

Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	2.118	14.156	17.222	16.076	15.412	7.157	3.027	1.666	1.039	0.837	78.711
1.0	-	0.001	0.306	1.023	2.757	4.352	4.513	2.305	0.930	0.362	0.095	16.644
1.5	-	-	-	0.106	0.054	0.612	1.109	0.934	0.500	0.255	0.063	3.632
2.0	-	-	-	0.003	0.014	0.012	0.175	0.289	0.163	0.087	0.029	0.772
2.5	-	-	-	-	0.004	-	0.011	0.053	0.058	0.040	0.015	0.181
3.0	-	-	-	-	-	-	-	0.006	0.016	0.012	0.011	0.045
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	0.006	0.013
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	2.120	14.463	18.354	18.905	20.388	12.964	6.614	3.333	1.803	1.057	100 %

Figura 5.38. Relación de las frecuencias de alturas significativas de ola y periodos de pico en Portals Vells.

Fuente: Puertos del Estado.

La distribución del oleaje según las direcciones predominantes por estaciones se representan en las siguientes rosas de oleaje.

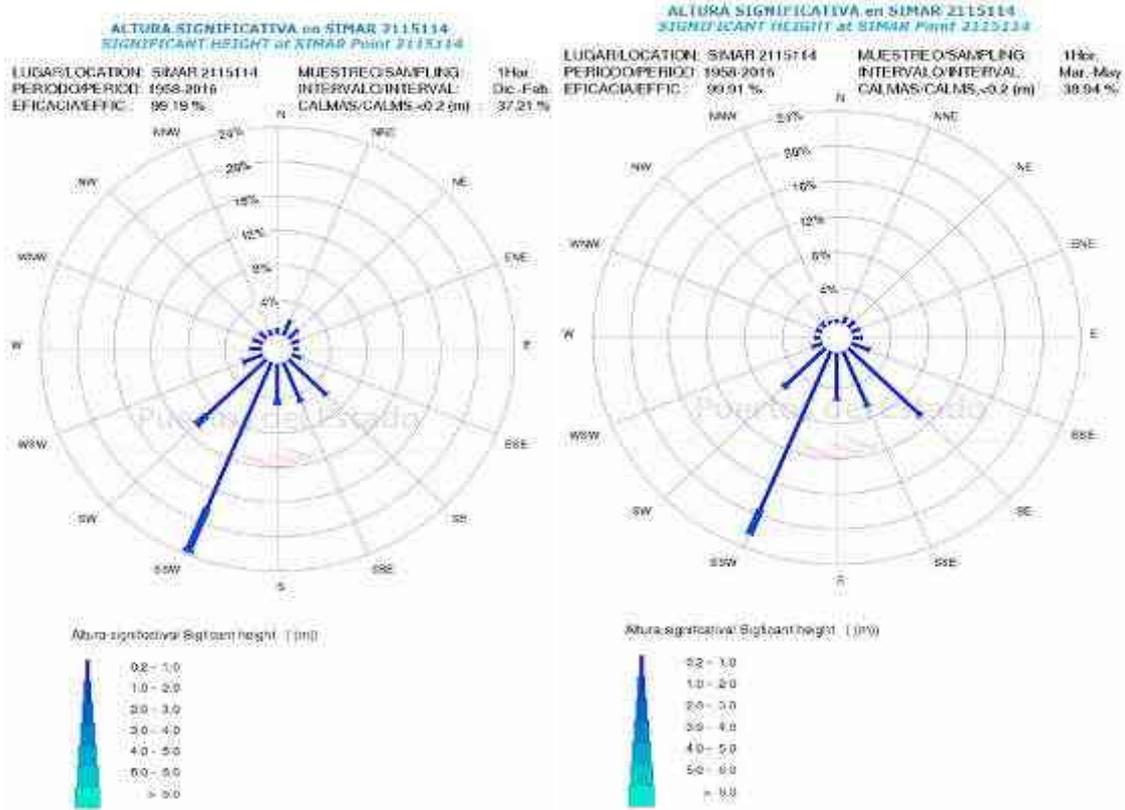


Figura 5.39 y 5.40. Rosa de oleaje. A la izquierda invierno, a la derecha primavera en Portals Vells.

Fuente: Puertos del Estado.

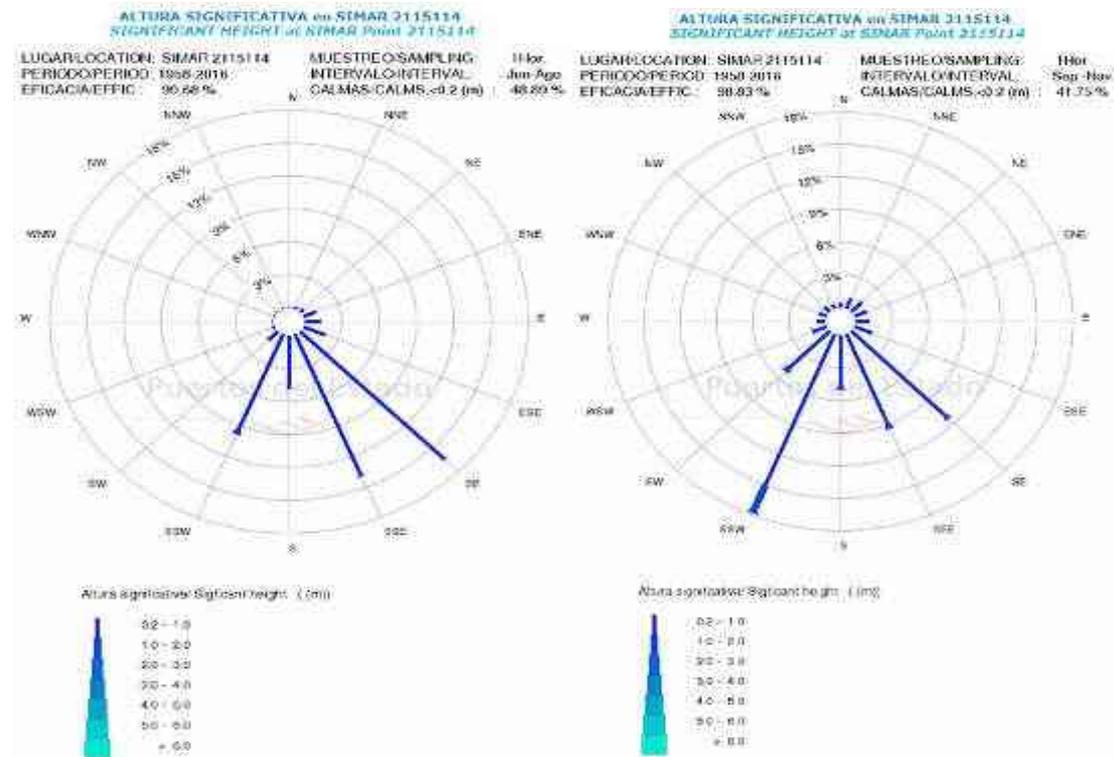


Figura 5.41 y 5.42. Rosa de oleaje. A la izquierda invierno, a la derecha primavera en Portals Vells

Fuente: Puertos del Estado.

A continuación se representan los histogramas de las direcciones y Hs anuales junto con la tabla de contingencia que establece una relación entre las direcciones predominantes y las alturas de ola.

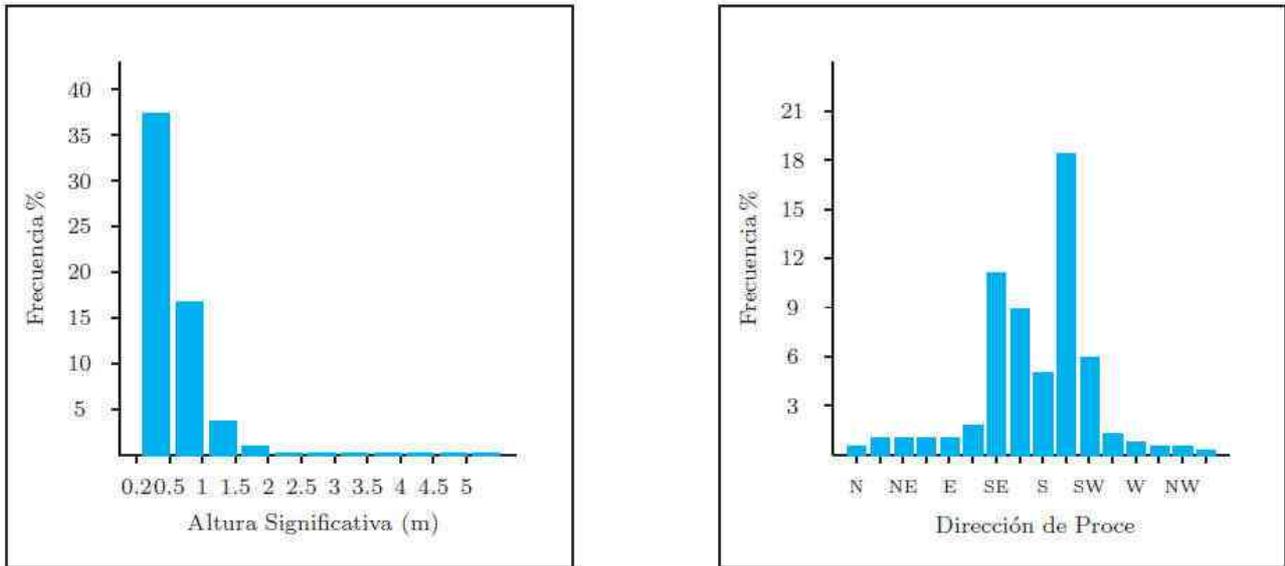


Figura 5.43. Distribución de la altura significativa de ola y de las direcciones del oleaje en Portals Vells.

Fuente: Puertos del Estado.

Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	Hs (m)												Total	
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0		
CALMAS	41.594													41.594
N 0.0		.345	.072	.007	.002	-	-	-	-	-	-	-	-	.426
NNE 22.5		.860	.135	.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.998
NE 45.0		.833	.123	.007	.002	-	-	-	-	-	-	-	-	.965
ENE 67.5		.828	.130	.008	.001	-	-	-	-	-	-	-	-	.967
E 90.0		.850	.135	.019	.002	-	-	-	-	-	-	-	-	1.006
ESE 112.5		1.252	.318	.041	.006	-	-	-	-	-	-	-	-	1.617
SE 135.0		8.393	2.520	.205	.010	.002	-	-	-	-	-	-	-	11.130
SSE 157.5		6.159	2.348	.220	.030	.003	.001	-	-	-	-	-	-	8.760
S 180.0		3.496	1.233	.220	.050	.012	.002	-	-	-	-	-	-	5.013
SSW 202.5		8.780	6.698	2.184	.556	.134	.031	.009	.001	-	-	-	-	18.395
SW 225.0		3.224	1.938	.520	.088	.022	.009	.004	-	-	-	-	-	5.804
WSW 247.5		.743	.357	.063	.009	.002	.002	-	-	-	-	-	-	1.177
W 270.0		.480	.160	.027	.002	-	-	-	-	-	-	-	-	.669
WNW 292.5		.408	.142	.032	.003	.001	-	-	-	-	-	-	-	.586
NW 315.0		.407	.104	.032	.004	.003	-	-	-	-	-	-	-	.550
NNW 337.5		.273	.061	.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.342
Total	41.594	37.333	16.476	3.595	.764	.179	.045	.013	.002	-	-	-	-	100 %

Figura 5.44. Relación de las frecuencias de alturas significativas de ola y direcciones de procedencia en Portals Vells.

Fuente: Puertos del Estado.

A la vista de los resultados, resultan las direcciones SE (135°), SSW (202,5°) y SSE (157,5°) las que presentan una mayor presencia con olas predominantemente que oscilan entre los 0,5 al 1,5 m de altura.

Igualmente que en el caso de Santa Ponça la representación de los datos que definen el régimen medio sigue una distribución teórica, la distribución de **Weibull**.

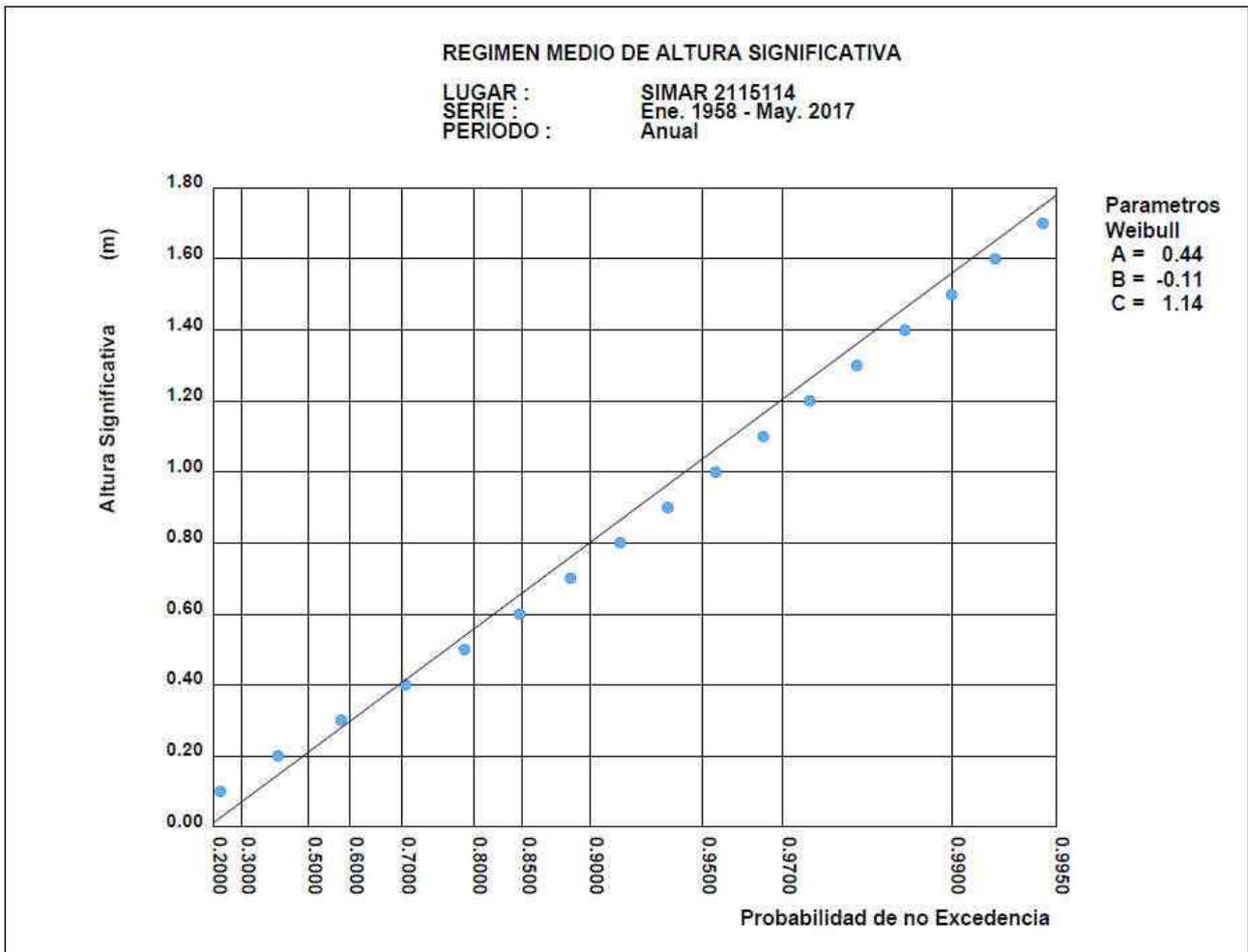


Figura 5.45. Régimen medio de alturas significativas de ola en Portals Vells.

Fuente: Puertos del Estado.

Probabilísticamente esta distribución nos indica que el rango más probable de Hs esté entre 0,10 m aproximadamente y menos de 1,70 m.

5.1.2.3.1.1. *Propagación del oleaje*

El oleaje sufre, durante su propagación, fenómenos de refracción, difracción, asomeramiento y de rotura modificando sus características originales. De forma que para conocer las condiciones impuestas por el oleaje en la costa y determinar su funcionamiento dinámico se plantea necesario simular la propagación del mismo a partir de datos en aguas profundas.

La metodología consiste en definir las direcciones de procedencia del oleaje con datos registrados eligiéndose unos estados de mar representativos que se propagan desde los puntos de medida hasta el ámbito de estudio mediante el modelado numérico MOPLA, integrado en la aplicación SMC, desarrollado por el Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria.

Dado que el presente estudio se apoya sobre las simulaciones llevadas a cabo por la REE en el estudio de impacto ambiental elaborado en el 2011 en Santa Ponça, la fuente de información proviene de datos simulados de conjunto de datos WANA.

El conjunto de oleajes que caracterizan la totalidad de oleajes de Santa Ponça se presenta en la siguiente tabla como S (si) y N (no).

Simulación del oleaje			
Sector	Hs = 1,0 m	Hs = 2,0 m	Hs = 3,0m
	Tp = 5 s	Tp = 8 s	Tp = 10 s
SSE	S	S	N
S	S	S	N
SSW	S	S	S
SW	S	S	S
WSW	S	S	S
W	S	S	S
WNW	S	S	S

Tabla 5.7. Oleajes tipos objetos de simulación.

*Fuente: Estudio de impacto ambiental de interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España..
Elaboración propia.*

Se estipula un nivel de marea medio de + 0,5 m respecto al cero de la batimetría. Se definen mallas rectangulares discretizadas en celdas de 60 x 60 m. Los sectores considerados se muestran a continuación.

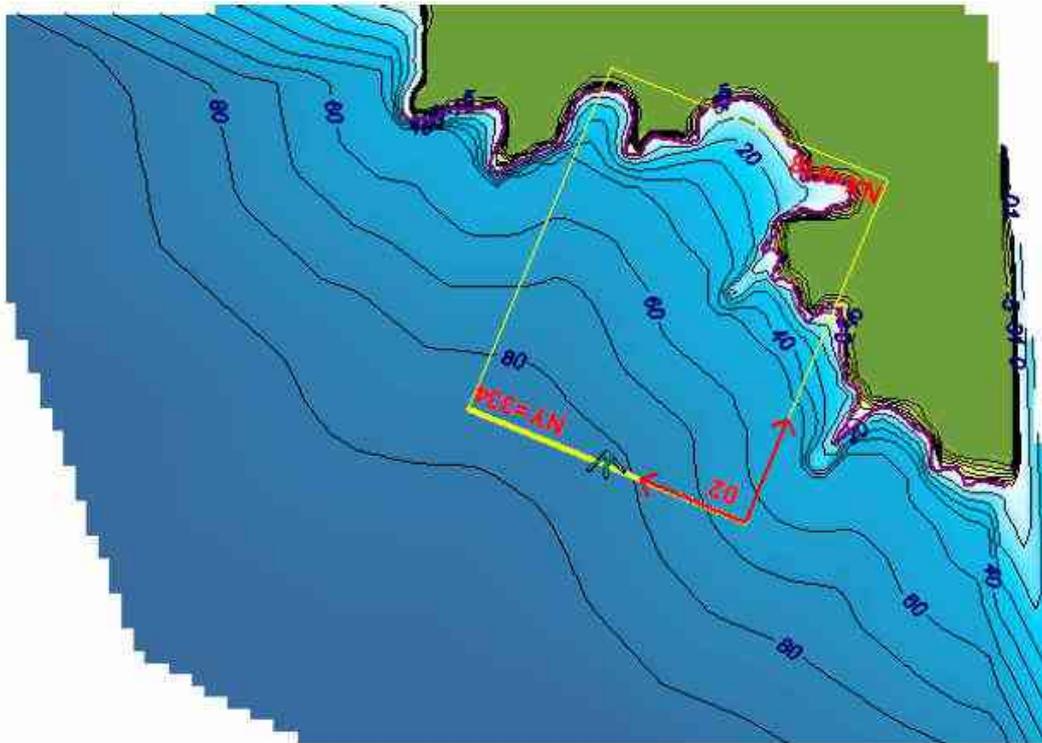


Figura 5.46. Malla para la propagación del oleaje S.

Fuente: Estudio de impacto ambiental. Interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España.

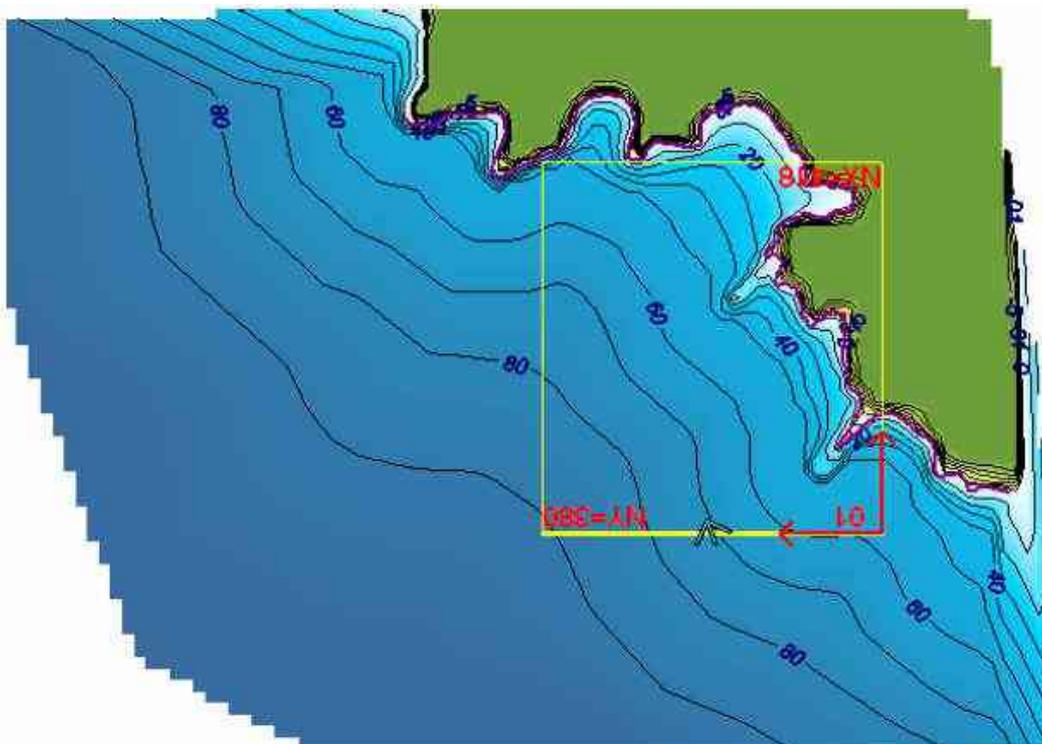


Figura 5.47. Malla para la propagación del oleaje SSE.

Fuente: Estudio de impacto ambiental. Interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España.

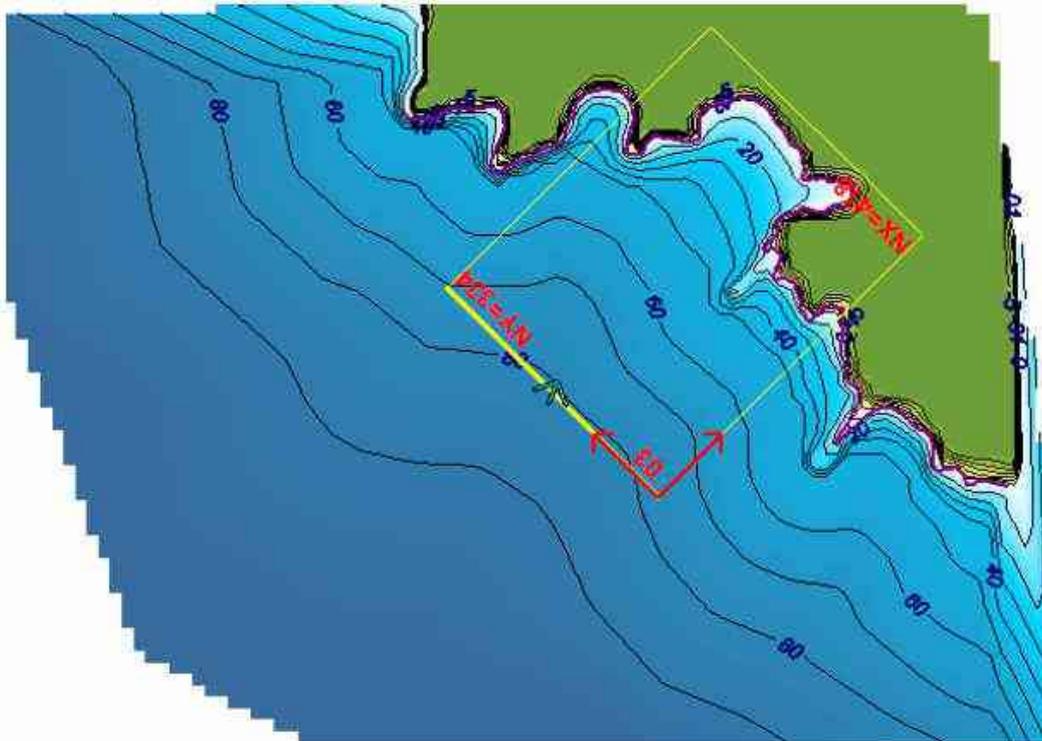


Figura 5.48. Malla para la propagación del oleaje SSW y SW.

Fuente: Estudio de impacto ambiental. Interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España.

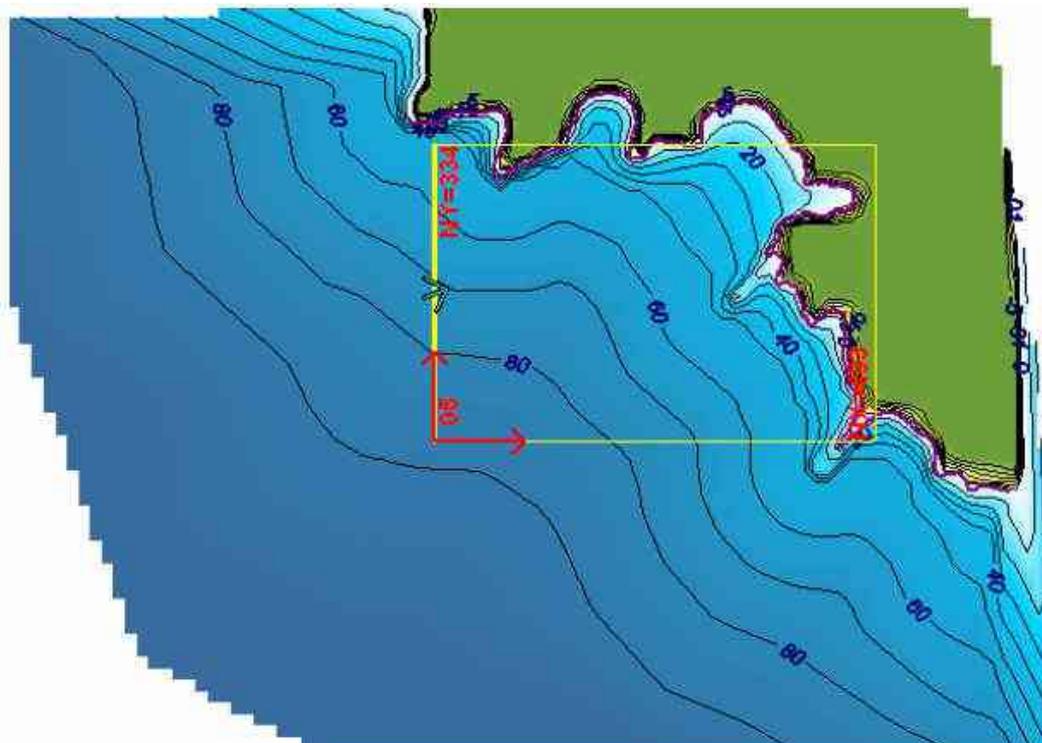


Figura 5.49. Malla para la propagación del oleaje WSW, W y WNW.

Fuente: Estudio de impacto ambiental. Interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España.

En estas figuras se muestra la distribución en planta de la altura de ola significativa propagada y la dirección de incidencia del oleaje. A continuación se muestra la propagación del oleaje más frecuente, SW1 con $H_s = 1$ y $T_p = 5$ s y SW2 con $H_s = 3$ m y $T_p = 10$ s.

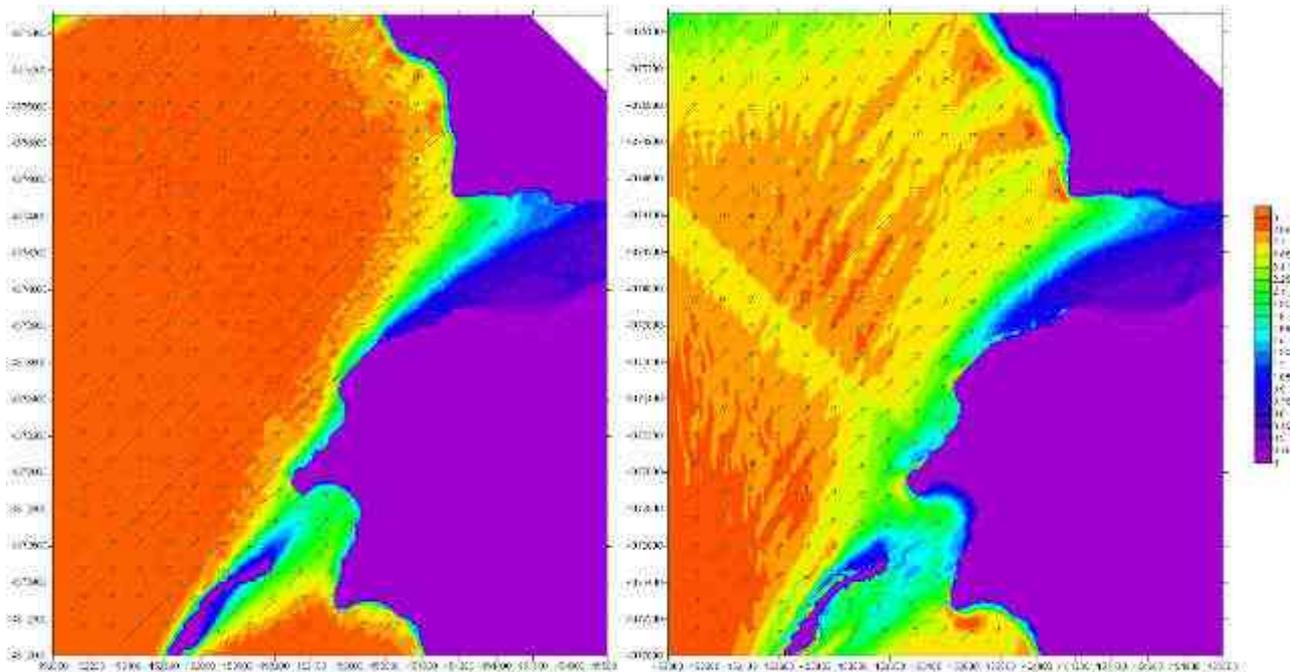


Figura 5.50. Simulación de propagación del oleaje para SW1 y SW2.

Fuente: Estudio de impacto ambiental. Interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España.

5.1.2.3.2. Mareas

Se entiende como marea aquél cambio periódico del nivel del mar producido principalmente por las fuerzas gravitacionales que ejercen la Luna y el Sol sobre la Tierra. En el caso del Mediterráneo son de escasa importancia. Las fluctuaciones en las costas de Mallorca sufren dos máximos y mínimos diarios. Según la series histórica (2009-2016) obtenidos del mareógrafo de Palma de Mallorca (Datos: REDMAR, código 3851, 2,64° E y 39,56° N) las máximas variaciones oscilan entre los $-0,5$ y $0,5$ m.

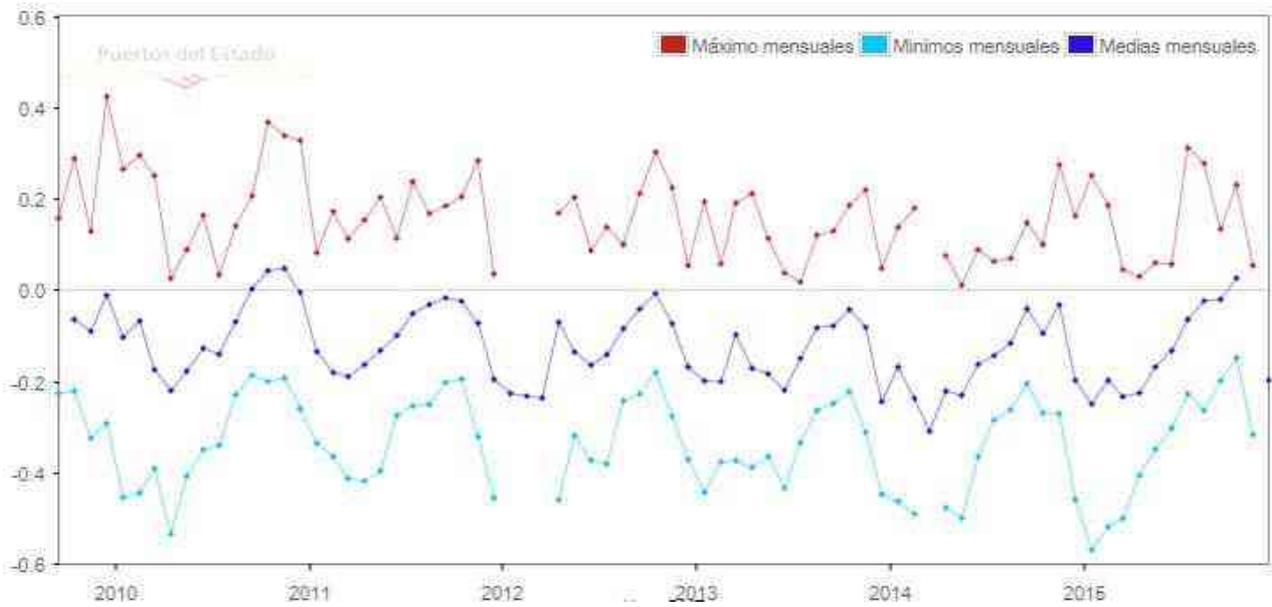


Figura 5.51. Oscilación de las mareas en el ámbito de estudio. Mareógrafo de Palma de Mallorca.

Fuente: Puertos del Estado.

Contrastando la evolución de las mareas con el histograma, en el mismo periodo, se visualiza que las oscilaciones más frecuentes ronda entre los -0,30 y los 0,10 m.

LUGAR/LOCATION : Mareógrafo de Palma de Mallorca AÑOS/YEARS : 2009-2016
 MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor. EFICACIA/EFFIC. : 90.63 %

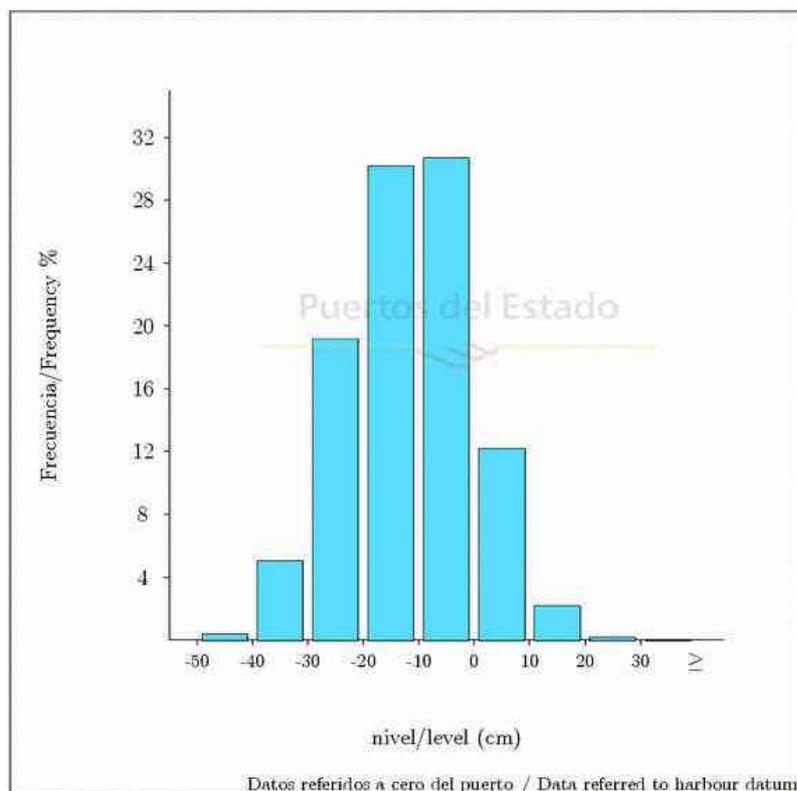


Figura 5.52. Evolución de las mareas en el ámbito de estudio. Mareógrafo de Palma de Mallorca.

Fuente: Puertos del Estado.

5.1.2.3.3. Corrientes

La importancia de las corrientes en la configuración de las características climáticas mundiales es fundamental, influyendo también en las características biológicas en las zonas marinas próximas, por lo que suponen de regulación de la temperatura del agua y aporte de nutrientes.

Las corrientes se ven afectadas tanto por el viento como por la morfología del fondo, por lo que sería de vital importancia hacer un análisis específico de la zona donde se quieran implantar trenes de fondeo, o sino existe la posibilidad de hacer dicho estudio, deberá cogerse la corriente de proyecto que figura en la ROM de Puertos del Estado.

Según lo recogido en el PILC (Plan de Gestión Integral del Litoral de Calvià), las corrientes en la costa de Mallorca son generalmente débiles e inducidas por el viento por lo que, aunque pueden llegar a ser intensas (del orden de medio nudo), son altamente variables.

A partir de datos procedentes de Puertos del Estado, de la boya de Dragonera (Datos: REDEXT, código 2820, 2,10° E y 39,56° N), se obtienen la serie histórica (2006-2016) de las velocidades.

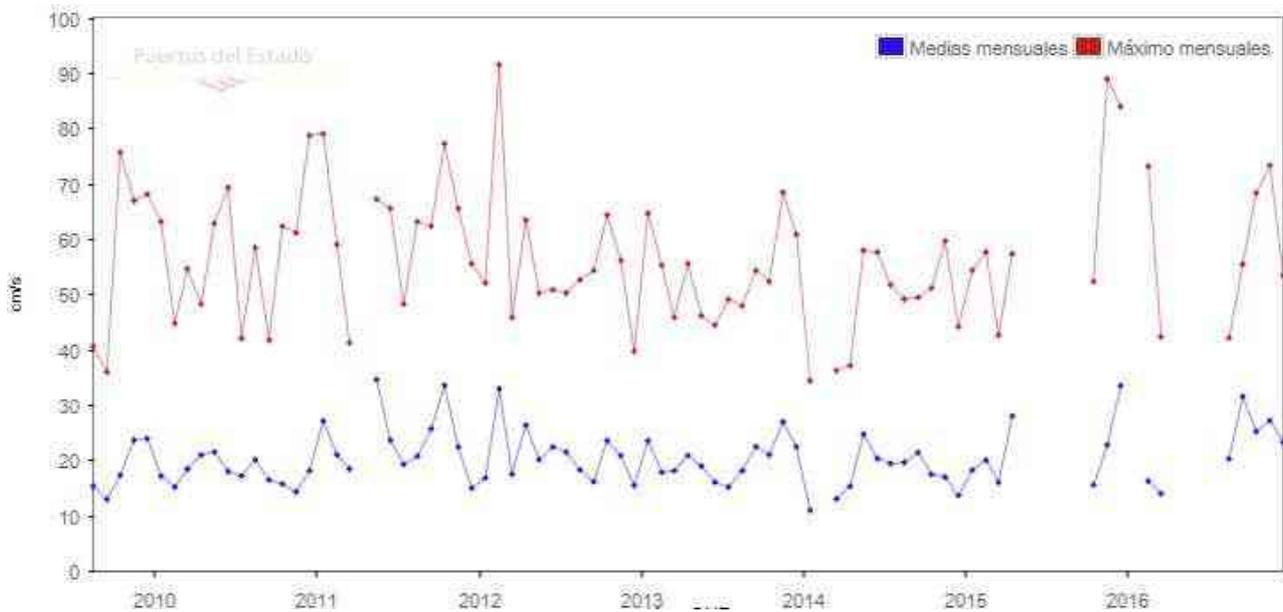


Figura 5.53. Evolución de las velocidades de las corrientes en el ámbito de estudio. Boya de Dragonera.

Fuente: Puertos del Estado

Por otro lado las rosas de las corrientes muestran las velocidades de las mismas según las direcciones predominantes. La variabilidad estacional es pequeña si bien si hay diferencia más notable en las intensidades de las velocidades de las corrientes.

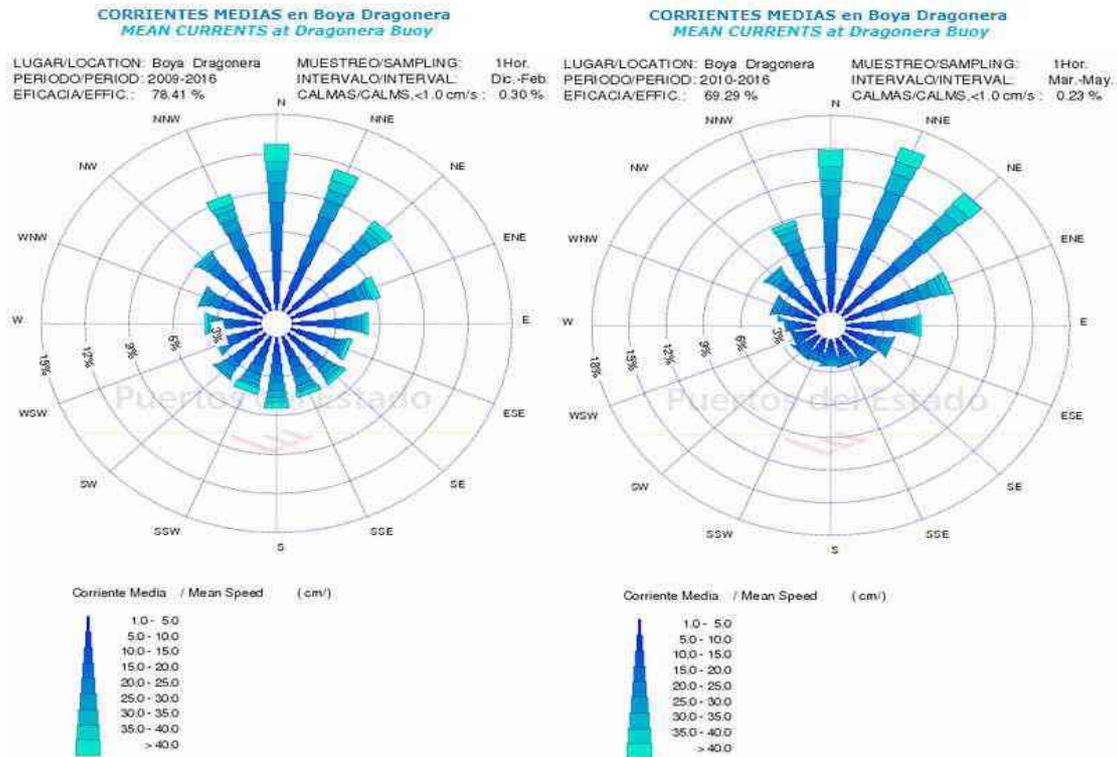


Figura 5.54 y 5.55. Rosas de corrientes. A la izquierda invierno, a la derecha primavera. Boya de Dragonera.

Fuente: Puertos del Estado

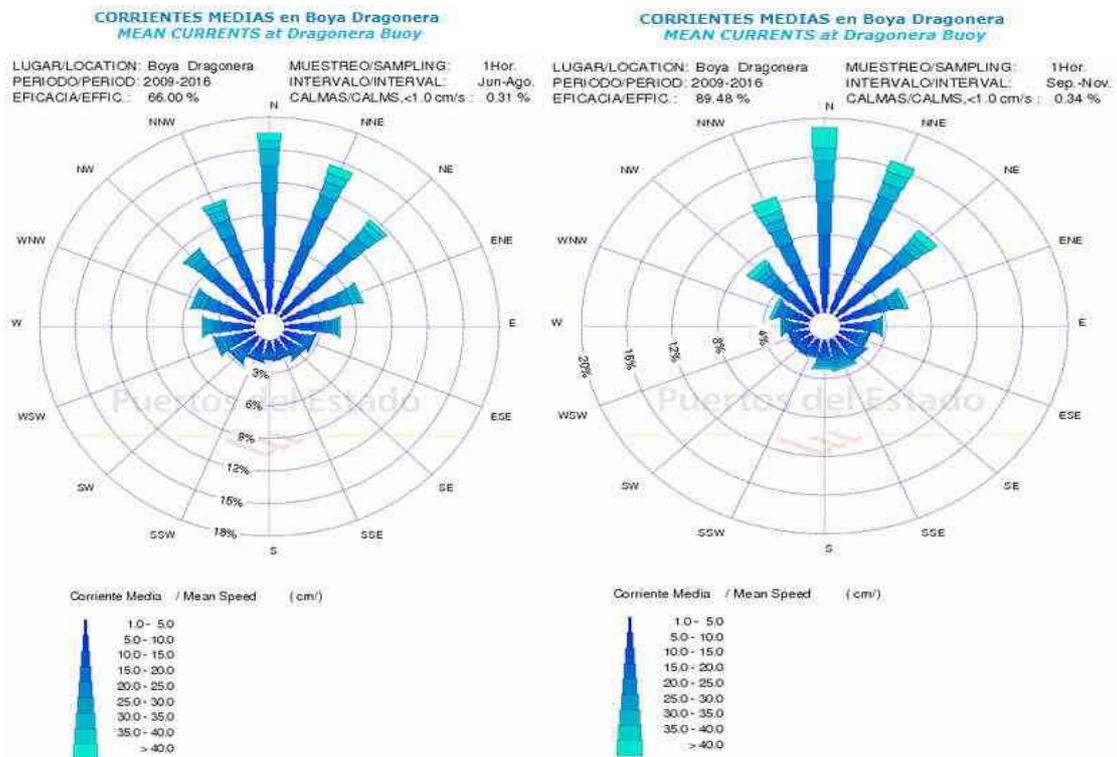


Figura 5.56 y 5.57. Rosas de corrientes. A la izquierda verano, a la derecha otoño. Boya de Dragonera.

Fuente: Puertos del Estado.

5.1.2.3.4. Dinámica litoral

La dinámica litoral lo conforman todos aquellos procesos naturales que de alguna forma suponen una interacción entre la costa y el mar. De forma general el litoral evoluciona en base a tres fundamentos principales: los agentes marinos actuantes, el medio sobre el que incide y el transporte de sedimentos que se produce.

El oleaje, el viento, las mareas y las corrientes son los principales agentes naturales causantes de la continua evolución del litoral.

El litoral de Calvià presenta tanto una costa rocosa como arenosa. En el primer caso su principal modelador es el oleaje que continuamente golpea y erosiona la costa junto con otros fenómenos físicos, químicos y biológicos como lo son la gravedad, la karstificación⁷ y los organismos vivos. Ello da lugar a cuevas como **Des Catius** y lugares de un gran valor ecológico y paisajístico como cala **Figuera**. Por otro lado en la costa arenosa se diferencian 3 zonas principalmente: la zona infralitoral o parte sumergida de la playa, mesolitoral o interfaz entre la parte sumergida y emergida y por último la zona supralitoral donde se forman las dunas. Tanto el viento como el oleaje, las corrientes y las mareas modelan transportando y acumulando sedimentos dando lugar a las playas.

Las praderas de *Posidonia oceanica* juegan, en la dinámica litoral, un papel tan importante como, a modo de barrera en aguas someras, provocar que el oleaje rompa antes y evitar así la erosión protegiendo las playas y ayudando a la fijación de los sedimentos.

El conocimiento de la dinámica litoral requiere de un estudio de la zona que simule las corrientes inducidas por la rotura del oleaje y el transporte de sedimentos que se debe a dichas corrientes. Este estudio se implementa en el EIA de la interconexión eléctrica de la península con las Islas Baleares llevado a cabo por REE en Santa Ponça y en el cual se apoya este documento.

Las corrientes simuladas resultan los mismos casos de propagación y mallas empleados en el apartado de oleaje. La mayoría de dichos oleajes generan corrientes longitudinales en la zona exterior de la bahía de Santa Ponça.

El patrón hidrodinámico muestra unas intensidades máximas de 65 cm/s dentro de la bahía para

⁷ Proceso químico de disolución de la roca caliza en presencia de agua y dióxido de carbono.

los temporales de componente WSW. Los oleajes provenientes de los sectores W y SW generan intensidades que superan los 50 cm/s en temporal. En cambio el sector WNW solo es significativo a partir de valores de Hs superior a los 2 m y los sectores SSW, S y SSE apenas producen corrientes en el interior de la bahía.

Dado que el patrón de la dinámica litoral se rige bajo las mismas bases que el hidrodinámico, se espera que los sectores SW y SSW sean los más frecuentes y enérgicos.

5.1.2.3.4.1. Transporte litoral

La inexistencia de cauces fluviales permanentes es una de las características de las islas que influye decisivamente en la sedimentación costera balear. Los torrentes aportan sedimento a la costa sólo esporádicamente y lo hacen con volúmenes muy modestos, por lo que los sedimentos litorales son mayoritariamente bioclásticos. De hecho, y sin ninguna duda, el elemento más significativo del litoral balear son las praderas de fanerógamas marinas, *Posidonia oceanica*, que rodean las islas desde pocos metros de profundidad hasta cerca de los 50 metros.

El cálculo de las tasas de transporte asociados a las corrientes de rotura predominantes, indicadas anteriormente, se realizan con el modelo EROS. Para ello se determinan las tasas de transporte transversal y longitudinal estudiando los valores en planta de los transportes de cada uno de los oleajes más frecuentes. La frecuencia de los oleajes tipo se expresa en la siguiente tabla.

Frecuencia del oleaje			
Sector	Hs = 1,0 m	Hs = 2,0 m	Hs = 3,0m
	Tp = 5 s	Tp = 8 s	Tp = 10 s
SSE	4,48%	0,11%	-
S	4,41%	0,32%	-
SSW	7,40%	1,13%	0,11%
SW	11,84%	4,62%	0,77%
WSW	6,02%	2,05%	0,77%
W	4,60%	1,29%	0,17%
WNW	3,91%	1,13%	0,16%

Tabla 5.8. Frecuencias de los oleajes tipos analizados.

Fuente: Estudio de impacto ambiental de interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España..

Elaboración propia.

Todos los oleajes presentan situaciones poco enérgicas lo que lleva a tasas de transporte reducidas. Dado que todos los oleajes que dominan en la dinámica litoral de la zona tiene el mismo patrón resulta que la mayoría de las ocasiones la tasa neta se corresponde con la tasa bruta.

El transporte longitudinal presenta un valor neto de casi 8.500 m³/año principalmente hacia el sur y un valor bruto de 11.500 m³/año. En cuanto al transporte transversal se dirige de tierra a mar debido a que todos los oleajes en la zona central muestran una clara corriente de retorno compensando así las corrientes, que penetran en la ensenada, adosadas a los límites naturales de la bahía de Santa Ponça.

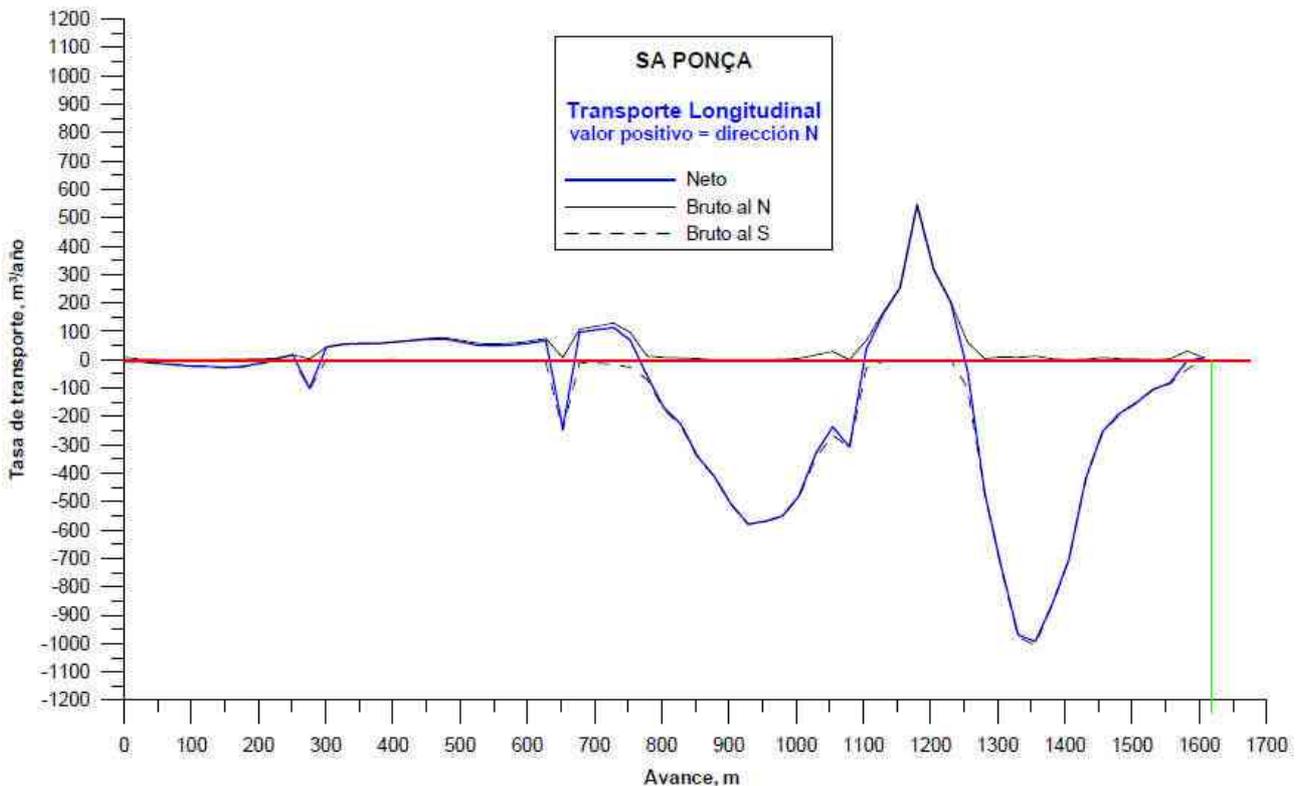


Figura 5.58. Tasas de transporte longitudinal.

Fuente: Estudio de impacto ambiental. Interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España.

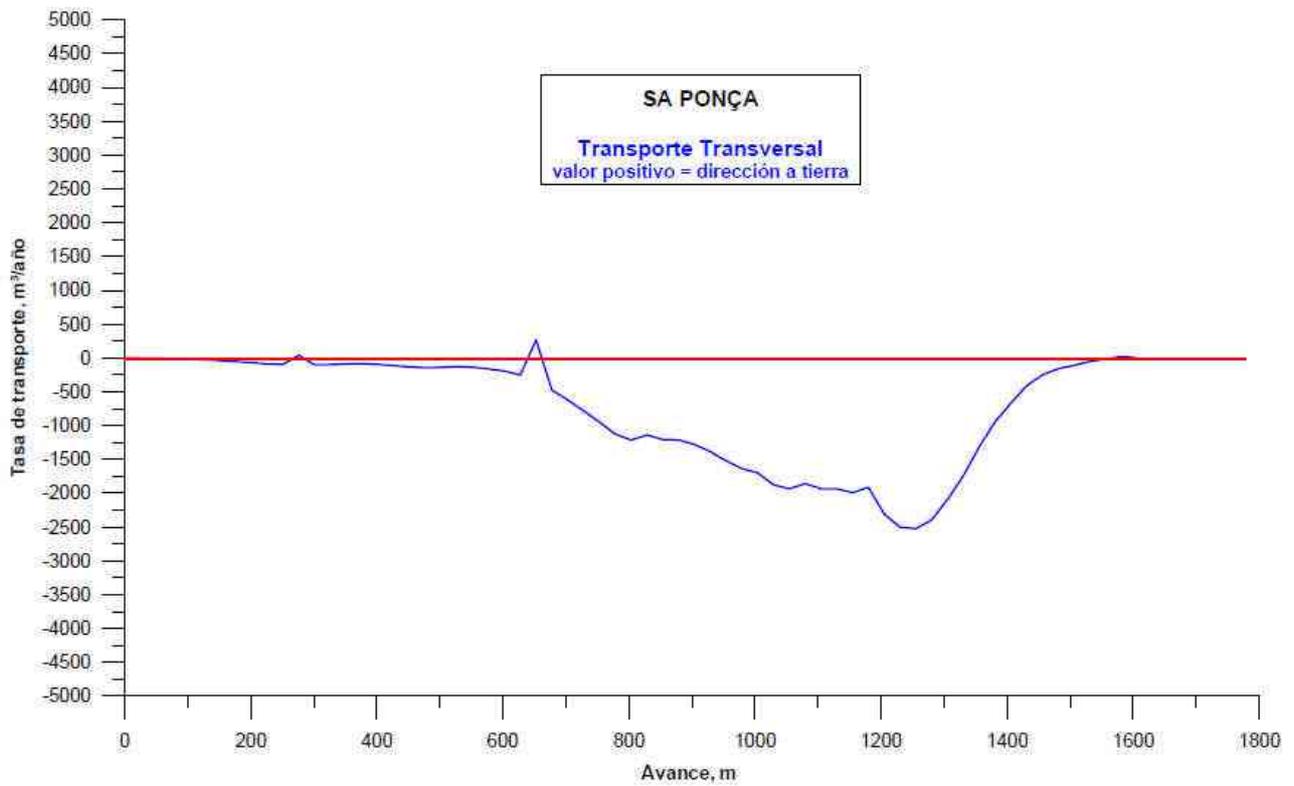


Figura 5.59. Tasas de transporte transversal.

Fuente: Estudio de impacto ambiental. Interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa. Red Eléctrica de España.

5.2. Medio biológico

En este apartado lo que pretende es presentar en líneas generales cuál es la diversidad de especies y hábitats marinos alrededor de las Islas Baleares. Para ello nos hemos basado en informes de la *Conselleria de Medi Ambient de les Illes Balears* y el *Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente*, que contemplan el estado y protección del medio ambiente, atendiendo en este caso al ámbito marino-costero.

5.2.1. Biodiversidad marina

Se consideran especies marinas, aquellas asociadas a este medio, por lo menos en alguna fase relevante de su ciclo de vida y por tanto, características del mismo. La extraordinaria heterogeneidad, geomorfológica, oceanográfica y biogeográfica presente en España, se traduce en una gran variedad del medio marino español que proporciona la mayor diversidad biológica marina en el ámbito europeo. Esta afirmación quedó contrastada en 2015 con la presentación de los resultados del proyecto LIFE+ INDEMARES.

La biodiversidad marina del mar Mediterráneo ha recibido poca atención comparado con la diversidad terrestre, a pesar de la elevada importancia económica y cultural de los países mediterráneos. Una primera estima indica que aunque el Mediterráneo tan solo ocupa el 0,82% de la superficie y el 0,32% del volumen de los océanos mundiales, se considera que existen una 8500 especies marinas (Bianchi & Morri, 2000).

Dada la gran variedad de especies existentes, el grado de conocimiento de la biodiversidad en el Mar Balear es muy desigual. De algunas especies (muy pocas) se tiene una información muy completa, por su interés económico en el caso de la pesca, científico, educativo o mediático. Las zonas mejor conocidas son, con diferencia, las zonas protegidas: reservas marinas, espacios protegidos, Red Natura 2000. También aguas ligadas a islotes y bahías. Gracias a la elaboración de listas rojas y el Catálogo de Especies Amenazadas, se tiene una gran fuente de información sobre la situación de la población y estado de dichas especies.

Entre ambos Catálogos de Especies Amenazadas (CEA), (el Estatal y el Balear) están los siguientes grupos de especies protegidas marinas:

	LESPE	CEA. Vulnerable	CEA. Peligro de extinción
Flora marina	20	1	-
Invertebrados marinos	31	4	5
Peces marinos	18	2	1
Tortugas marinas	4	1	-
Aves marinas	30	7	2
Mamíferos marinos	17	12	2
TOTAL	120	27	8

Tabla 5.9. Listado de familias, especies, subespecies o poblaciones marinas protegidas.

Fuente: Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEA) y Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESPE).

En el caso de especies marinas el desconocimiento es mayor que en el de especies terrestres, por la mayor dificultad en su estudio. Además, las especies marinas presentan una movilidad mayor que las terrestres. Hay muchas especies que migran fuera del Mar Balear, o simplemente se desplazan en busca de mejores condiciones, lo cual no quiere decir que sean especies que se hayan extinguido.

5.2.2. Hábitats y ecosistemas marinos

Actualmente, a nivel europeo existen diferentes denominaciones y sistemas de clasificación de los hábitats marinos. El objetivo de estos sistemas es proporcionar unos criterios generales de clasificación, que permitan definir y organizar la gran heterogeneidad de hábitats y ecosistemas marinos mediante una terminología estandarizada. Con el objetivo de asegurar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales, así como de la fauna y de la flora silvestres en el territorio de los Estados miembros, la Unión Europea, a través de la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE) creó la red Natura 2000, una red ecológica de zonas designadas por los Estados miembro.

Recientemente, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, con la colaboración de las Comunidades Autónomas y de las instituciones y organizaciones de carácter científico, ha elaborado la Guía interpretativa: Inventario Español de Hábitats y Especies Marinas (IEHEM) (Templado et al., 2012). En ella se pone de manifiesto la ambigüedad de la definición de “hábitat” y su solapamiento con otros términos como “biotopo”, “biocenosis” o “comunidad” a la hora de su

interpretación. En términos generales, se define hábitat como el “área terrestre o acuática diferenciada por sus características geográficas, abióticas y bióticas, ya sean enteramente naturales o seminaturales, en las cuales viven las especies en cualquier estado de su ciclo de vida” (definición de la Directiva Hábitats (D. 92/43/EEC)).

En el medio marino, el sistema de clasificación de los hábitats se basa en los cambios de las comunidades bióticas en el eje vertical, ya que diversos factores abióticos como la temperatura, la luz, la exposición al hidrodinamismo, la presión, la densidad y el contenido en oxígeno o nutrientes, entre otros, varían con la profundidad, al igual que la estabilidad en las condiciones ambientales del hábitat aumenta con la profundidad. Aún así, a nivel horizontal también puede haber heterogeneidad por cambios en la topografía, naturaleza del sustrato o por factores abióticos, incluso bióticos por la actividad de los organismos. Esta variabilidad lleva a una gran biodiversidad en las comunidades bentónicas, mayor que en el dominio pelágico.

A causa de la variación de los factores abióticos con la batimetría, las comunidades bentónicas normalmente presentan una distribución en horizontes, sobre todo en los niveles más superficiales, a este hecho se le denomina como “zonación”, que para la clasificación de los hábitats bentónicos sigue siendo el criterio utilizado, desde los más superficiales a los más profundos. Hay que tener en cuenta, que otros factores como son la exposición al oleaje, la disponibilidad de nutrientes y la competencia para la ocupación de los espacios, entre otros, finalmente distribuirán los hábitats bentónicos en manchas. A pesar de ello, el nivel batimétrico en la zonación es el factor principal a la hora de clasificar estos hábitats. Se distinguen una serie de pisos o “*étage*” que se definen como espacios verticales del dominio bentónico. Finalmente también hay que tener en cuenta que independientemente de la zonificación vertical, la naturaleza del sustrato es el principal factor que va a determinar el tipo de comunidad biológica.

Se distinguen los siguientes pisos ordenados de menor a mayor profundidad:

- 1. Supralitoral:** Franja sometida a la influencia directa de la humectación y salpicaduras del mar, pero que nunca queda sumergida ni sometida al barrido de olas. Las especies que viven en esta franja están adaptadas a condiciones extremas, ya que sufren desecación y elevados niveles de salinidad. Por consiguiente, dichas comunidades son pobres en especies y muy homogéneas en todas las regiones.
- 2. Mediolitoral:** Franja afectada por el barrido de olas y mareas. En el caso del Mediterráneo

no existen verdaderas mareas, por tanto tiene menor amplitud. Los organismos de estas comunidades requieren o toleran un cierto grado de emersión e inmersión y hay mayor diversidad de especies que en la franja supralitoral.

3. **Infralitoral:** Fondos permanentemente sumergidos desde el nivel inferior de bajamar hasta la profundidad máxima donde habitan las fanerógamas marinas y algas fotófilas, que depende del nivel de transparencia del agua. En el caso de las baleares el límite inferior puede llegar hasta los 40 metros de profundidad, pero no suele sobrepasar los 15-20 metros. Las comunidades biológicas presentes, requieren de estar sumergidas permanentemente y son muy variadas.
4. **Circalitoral:** Desde el límite inferior que alcanzan las fanerógamas marinas y algas fotólicas hasta la profundidad máxima compatible con la vida de las algas esciáfilas o hasta el borde de la plataforma continental. La luz llega muy atenuada en intensidad, la temperatura se mantiene relativamente constante y las corrientes son independientes del oleaje en superficie.
5. **Batial:** Se corresponde normalmente con la zona de talud continental. Desde la profundidad máxima que pueden alcanzar las algas esciáfilas hasta el comienzo de las llanuras abisales.
6. **Abisal:** Grandes fondos o llanuras oceánicas. La temperatura es constante y oscuridad total.

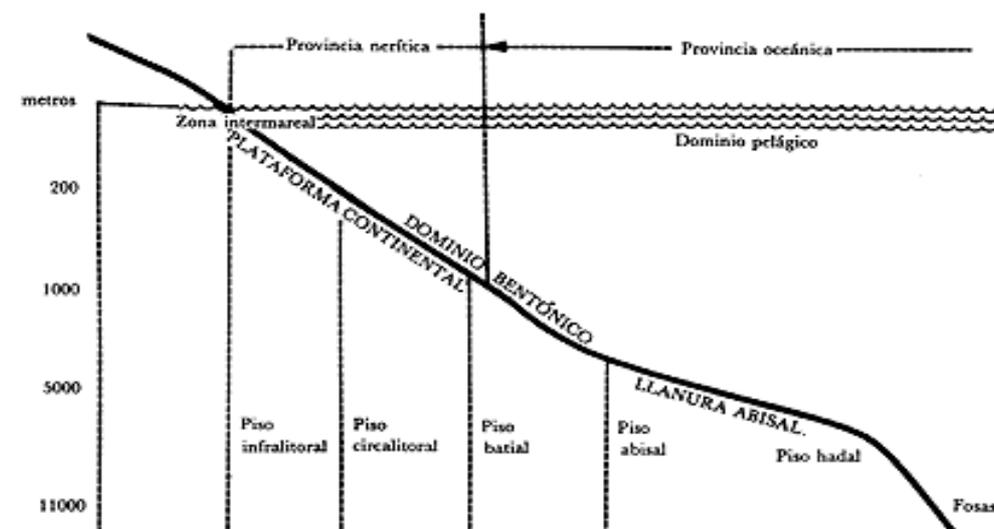


Figura 5.60. Divisiones del medio oceánico.

Fuente: Biblioteca digital del ILCE (Instituto Latinoamericano de la Comunidad Educativa)

Los mapas de hábitats o bionómicos muestran las comunidades bentónicas dominantes, forman un conjunto de información muy completa. Este tipo de mapas se han elaborado para gran parte de espacios protegidos de zonas de la Red Natura 2000 (LIC). Entre las zonas de Posidonia cartografiadas (Proyecto Life-Posidonia) y las de la Red Natura 2000, se dispone de una parte importante de la información bionómica en las islas pero sólo de las zonas que a priori se han considerado más interesantes. Gran parte del litoral más cercano queda todavía por cartografiar: parte de la bahía de Palma y la costa de Calvià, casi todo el litoral de la Tramuntana, parte de la costa de Levante en Mallorca, partes de la costa sur y norte de Ciutadella en Menorca y gran parte de la costa norte y este de Ibiza. Todo el litoral de Formentera es LIC y ya está cartografiado.

En las Islas Baleares, ya se conocen con relativo detalle los hábitats de la plataforma y el talud continental. La plataforma continental balear se extiende desde la costa hasta unos 200 metros de profundidad con una pendiente suave, y el talud continental va desde este límite y con una pendiente más acusada hasta profundidades de unos 800 a 1000 metros. La plataforma insular se divide en dos unidades, una que rodea Ibiza y Formentera y la otra a Mallorca y Menorca. Estas plataformas se caracterizan por tener fondos rocosos y arenosos donde predominan sedimentos de origen biogénico ya que la ausencia de ríos reduce las aportaciones de sedimentos terrígenos. Esta circunstancia es la que hace que sean aguas oligotróficas y por tanto la producción primaria es de las más bajas del Mediterráneo Occidental. Por ello, las aguas de este mar son más transparentes y penetra la luz solar hasta mayores profundidades, de unos 100 metros.

A partir de los primeros trabajos en los años 1950 y 1960 y posteriormente por el Instituto Oceanográfico Español, se fue mejorando el conocimiento de los fondos marinos del Mar Balear, desde las praderas de Posidonia más próximas a la costa hasta los fondos de fango del talud continental profundo (Figura 5.61).

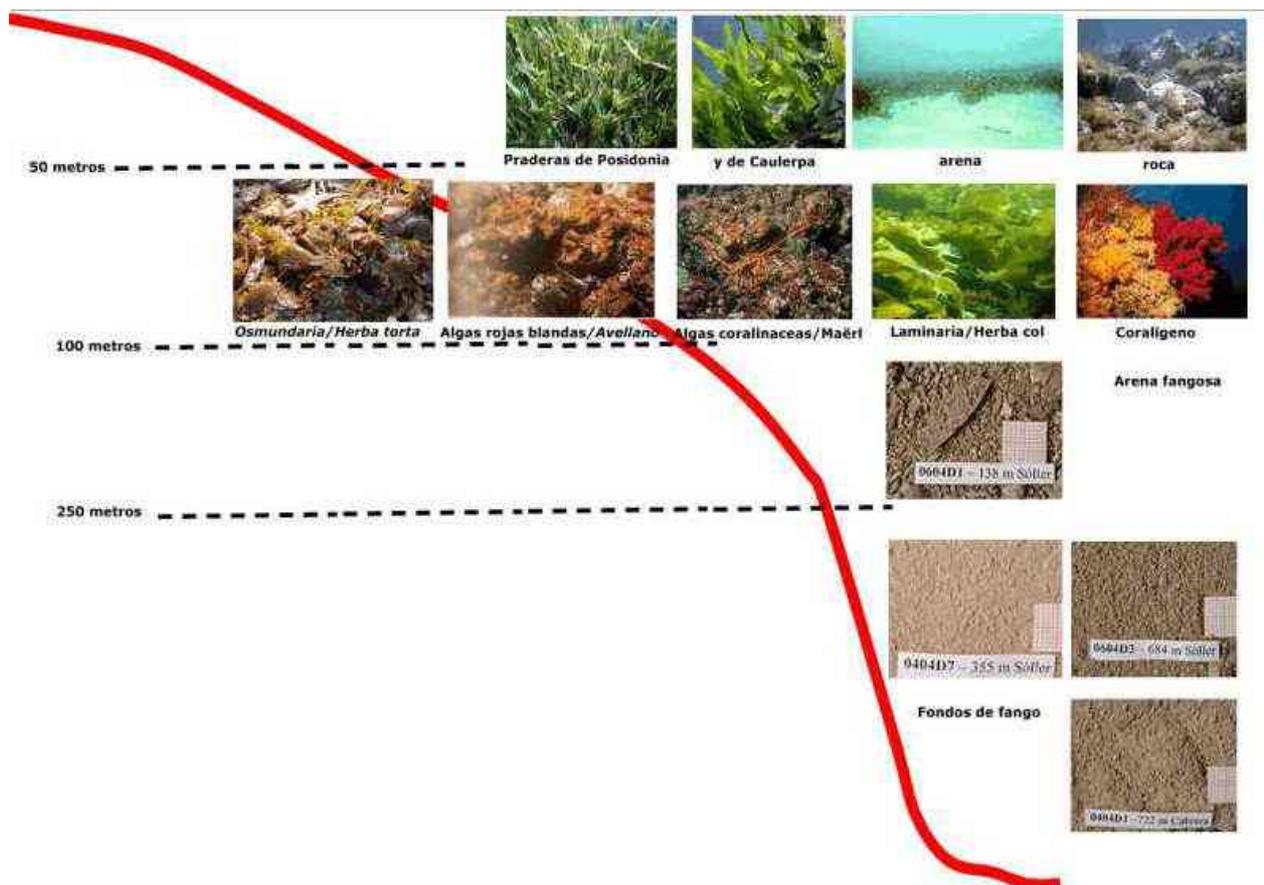


Figura 5.61. Tipos de fondos marinos del Mar Balear según la profundidad.

Fuente: Blog del científico Pere Oliver.

Seguidamente se va a concretar en el hábitat de *Posidonia oceanica*, primordial para el desarrollo y entendimiento de este proyecto.

La especie *Posidonia oceanica*, es un endemismo del mar Mediterráneo (Fig. 5.64) y está presente en las costas, en la zona infralitoral. Es una especie de fanerógama marina, también denominada angiosperma marina en muchas publicaciones. Se trata de una planta superior, es decir, una planta vascular con raíces, tallos, hojas, flores y frutos, similares a las plantas terrestres pero que se han adaptado al medio marino. Es el hábitat más representativo del ecosistema mediterráneo, formando unas praderas marinas de grandes extensiones, que pueden crecer sobre sustratos duros o blandos, desde los primeros metros de profundidad hasta los 50 metros en el caso del mar Balear, debido a la claridad de estas aguas y por tanto de una mayor penetración de la luz.

La *Posidonia oceanica* se establece cuando se ha producido acumulación de materia orgánica. Los compuestos nitrogenados se depositan en las etapas pioneras, dominadas por algas en los sustratos duros, o por algas *Cymodocea nodosa* en sustratos blandos. Una vez establecida, la

densa red que conforman los rizomas de Posidonia estabiliza el sedimento, proporcionando protección al litoral frente a la erosión marina (Figura 5.62). Sus hojas dentro del agua reducen la fuerza del oleaje y además los arribazones situados sobre la playa fijan o sujetan la arena evitando su pérdida durante los temporales (Figura 5.63). Debido a su lento crecimiento, esta especie necesita siglos para constituir verdaderas praderas. Además, se trata de un ecosistema de alta productividad, constituyendo la principal fuente de aporte de oxígeno del Mediterráneo. Siendo también una trampa natural de CO₂, capaz de secuestrar carbono durante milenios.



Figura 5.62. Formación de la mata de Posidonia por la combinación de sedimentación y crecimiento vertical de la planta.

Fuente: Guía didáctica "Posidonia en tus manos".

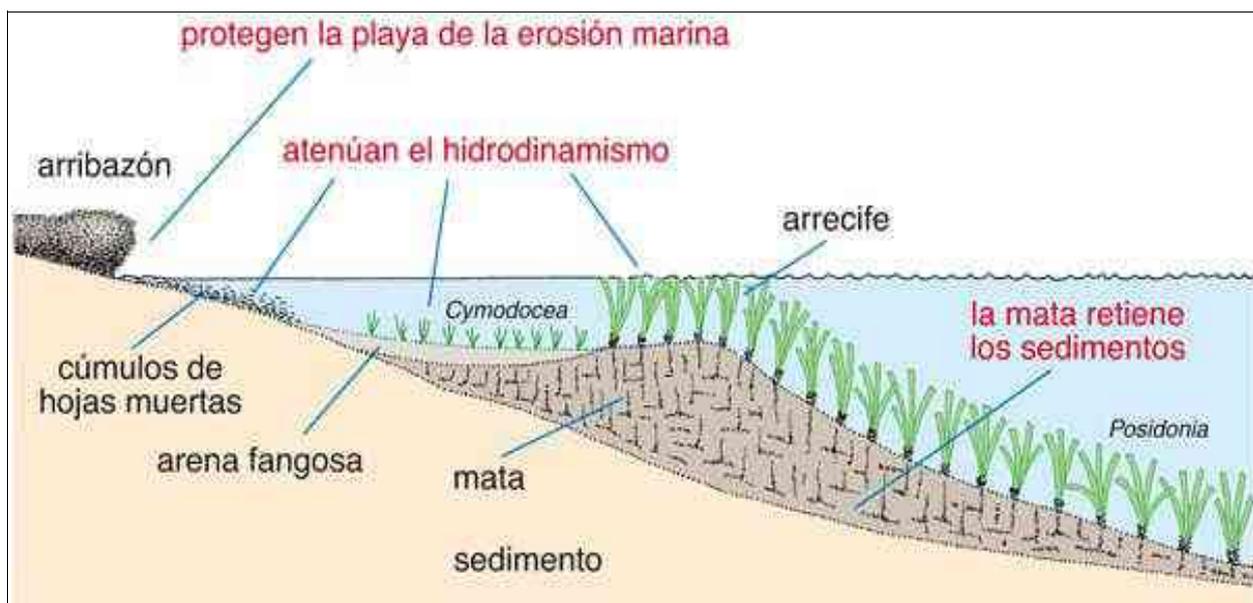


Figura 5.63. Distribución esquemática de las praderas de Posidonia desde la costa y sus principales funciones estructurales.

Fuente: Jordi Corbera. Libro "Praderas y bosques marinos de Andalucía."

Constituye un hábitat de gran importancia para la biodiversidad. Sirve de cobijo, alimento y lugar reproductivo a una gran diversidad de flora y fauna (aproximadamente 400 spp. de plantas y 1000 spp de animales). Suelen constituir praderas densas, de hojas acintadas con algunas algas, epífitas en su mayoría. La fauna que habita en este hábitat es diversa. Destacan equinodermos como los erizos de mar, comedores de hojas de Posidonia (*Paracentrotus lividus*) o de sus rizomas (*Sphaerechinus granularis*); también destacan las estrellas de mar (*Asterina* sp., *Echinaster* sp.); moluscos bivalvos (*Pinna nobilis*); cefalópodos, como las sepias; fauna del sedimento, como poliquetos, nemátodos, copépodos o decápodos; numerosos organismos epífitos, como hidrozoos, foraminíferos, briozoos o ascidias; detritívoros, como las holoturias; o filtradores, como los crinoideos. Además, se presentan numerosas especies ictícolas que se reproducen o alimentan en estas praderas: aguja mula (*Syngnathus typhe*), sargos (*Diplodus sargus*), obladas (*Oblada melanura*) o la salpa (*Sarpa salpa*).



Figura 5.64. Distribución de la especie *Posidonia oceanica*, en el litoral español.

Fuente: Manual de los Hábitats de España. Ministerio de Medio Ambiente.

5.3. Medio socioeconómico

El municipio de Calvià, geográficamente, limita por el norte con los municipios de Estellencs y Puigpunyent, al este con Palma y al oeste con Andratx. Al sur limita con el Mar Mediterráneo. La población se encuentra distribuida en todo el término municipal predominando principalmente desarrollos a lo largo de la costa.

En base a la información recopilada del IBESTAT¹ para el año 2016 los núcleos de interior y de costa son enumeran a continuación.

Núcleos urbanos de Calvià		
Cas Català-Ses Illetes	Magaluf	Castell de Bendinat
Badia de Palma	Peguera	Galatzó
Calvià Vila	Palmanova	Portals Vells
Es Capdellà	Sa Porrassa	Sol de Mallorca
Costa de la Calma	Portals Nous	Son Ferrer
Costa d'en Blanes	Santa Ponça	El Toro

Tabla 5.10. Desarrollos urbanos de Calvià.

Fuente: IBESTAT. Elaboración propia.

Destacando aquellas dos zonas donde se concreta el estudio, Santa Ponça no solo es el más poblado sino que posee remarcada historia. Desde los años 70, urbanísticamente, se ha desarrollado hacia el turismo. En cambio, Portals Vells es una cala muy turística cercana a la ZEPA y LIC Cap de Cala Figuera perteneciente a la Red Natura 2000.

5.3.1. Población

El término municipal de Calvià se sitúa en la parte occidental de la isla de Mallorca junto a la sierra de Tramuntana. Con una población de 49.580 habitantes, siendo el segundo municipio más poblado de las Islas Baleares por delante de Ibiza, y una extensión de 145 km² presenta una densidad media 341,93 habt/km². Valor relativamente pequeño comparado con municipios españoles de poblaciones similares.

¹ IBESTAT: Insitut d'Estadística de les Illes Balears

Comparación de densidades poblacionales (2016)					
Municipio	Calvià	Ibiza	Villareal (Comunidad Valenciana)	Palma de Mallorca	Islas Baleares
Población	49580	49549	50306	402949	1107220
Extensión (km ²)	145	11,14	55,12	208,63	4992
Densidad (Hab/Km ²)	341,93	4447,85	912,66	1931,4	221,8

Tabla 5.11. Tabla comparativa de las densidades poblacionales.

Fuente: INE. Elaboración propia.

La tendencia de la población de Calvià, en los últimos 20 años según la serie histórica de 1996 – 2016 del INE, ha sido creciente alcanzando su máximo en el año 2011 con 52.451 habitantes. En el segundo periodo de la crisis, 2011 – 2013, el crecimiento se ve estacando decreciendo hasta la población actual. Ello es un descenso acumulado de 2.871 habitantes lo que supone una variación con respecto del 2011 de un **-5,47%**.

Población de Calvià (1996 - 2016)					
1996	28748	2003	42983	2010	51462
1997	-	2004	42614	2011	52451
1998	32587	2005	43499	2012	51114
1999	35376	2006	45284	2013	52272
2000	37419	2007	47934	2014	50363
2001	38841	2008	50777	2015	50328
2002	40979	2009	51774	2016	49580

Tabla 5.12. Evolución demográfica de Calvià.

Fuente: INE. Elaboración propia.

Población de Calvià

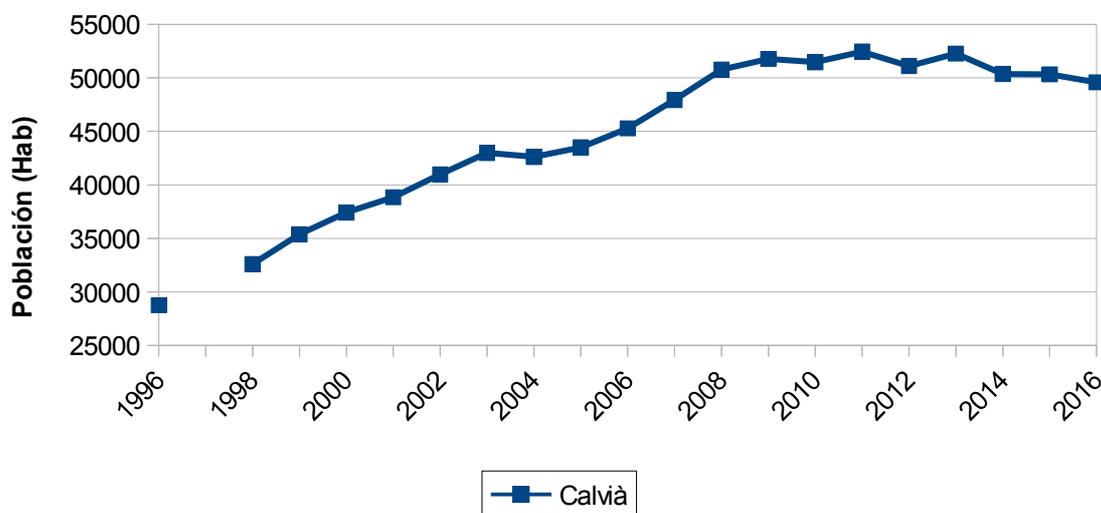


Figura 5.65. Evolución de la población de Calvià.

Fuente: INE. Elaboración propia.

Desglosando la población de Calvià según población natural y migratoria, para el mismo periodo² de tiempo, se puede obtener un balance migratorio y natural neto que permite encontrar patrones y establecer relaciones con la evolución demográfica seguida de crecimiento y decrecimiento.

Balance migratorio

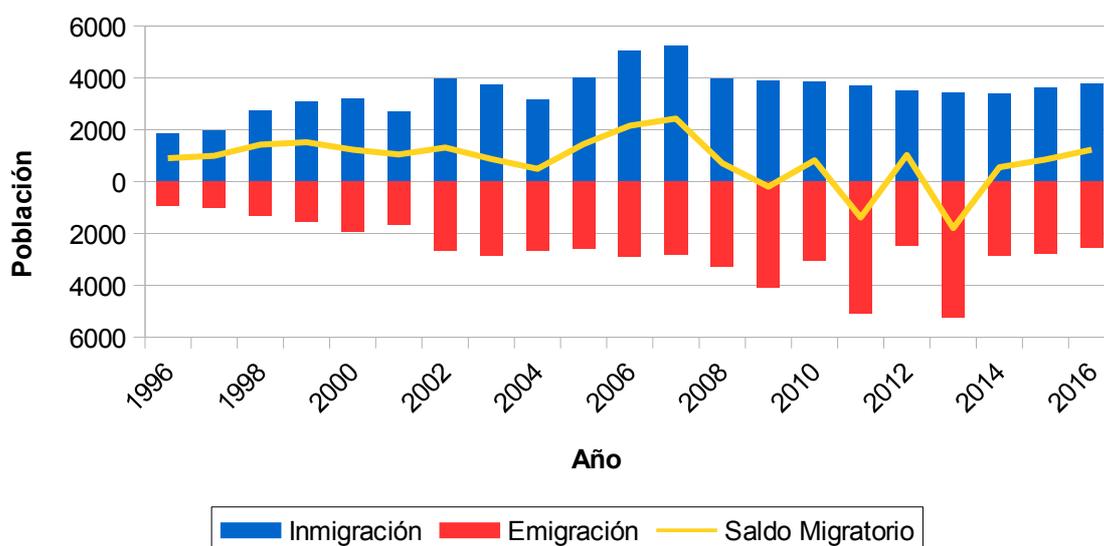


Figura 5.66. Saldo migratorio de Calvià.

Fuente: IBESTAT. Elaboración propia.

² Serie de 1996-2015, según datos disponibles en IBESTAT.

Balance natural

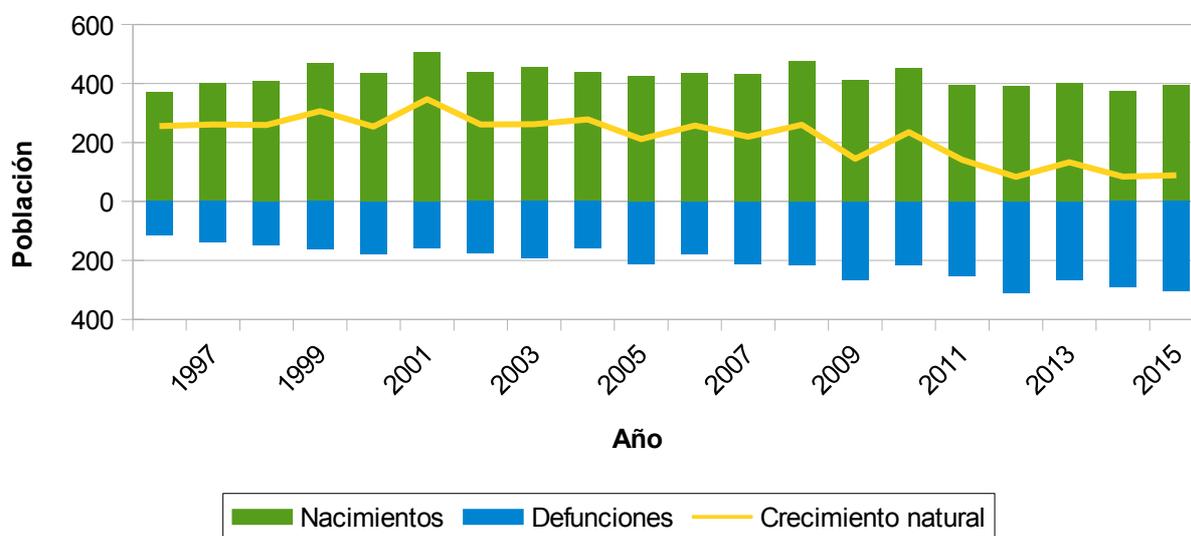


Figura 5.67. Crecimiento vegetativo de Calvià.

Fuente: IIBESTAT. Elaboración propia.

A la vista de los resultados se puede apreciar que la población inmigrante tiene un peso importante en la evolución demográfica de Calvià mientras que el crecimiento vegetativo es cada vez menor. Dado que los nacimientos siempre superan a las defunciones se comprueba que los periodos de decrecimiento coinciden claramente con saldos migratorios negativos.

Además de la población residente también se tiene en cuenta aquella población turista que pernocta o disfruta de una estancia temporal sin ser residente del municipio. En base a los cálculos realizados por el Instituto d'Estadística de les Illes Balears en su estudio demográfico del Indicador de Presión Humana (IPH) se estima una población flotante de 36.055 habitantes, en el año 2015, lo que supone una población media anual estimativa de 86.383 habitantes para el mismo año.

Finalmente estableciendo un paralelismo, a nivel comparativo con Palma de Mallorca y el conjunto de la comunidad, en términos globales la evolución de la población de la región ha seguido una tendencia similar.

Evolución demográfica

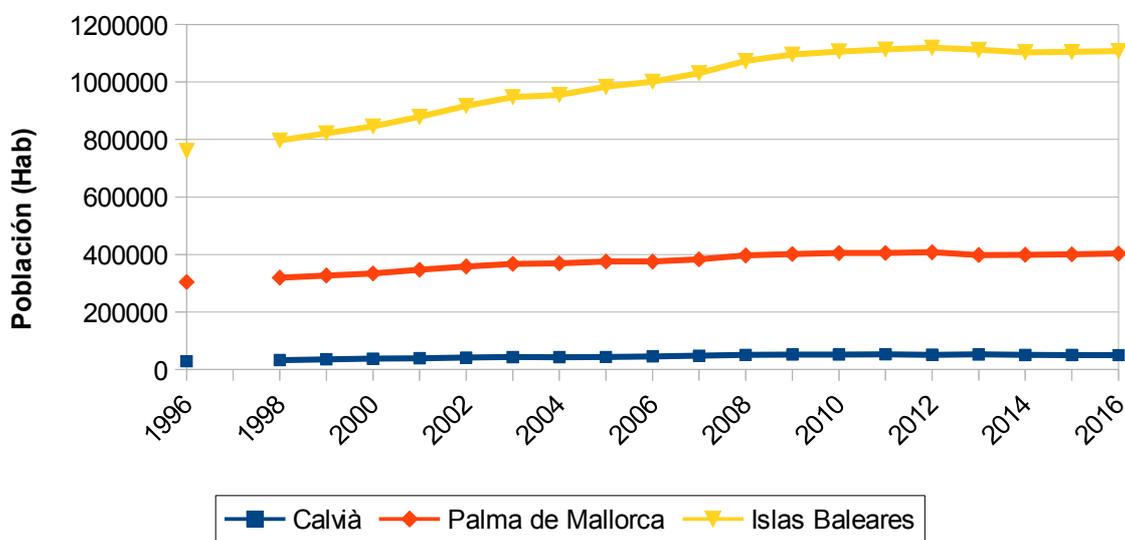


Figura 5.68. Evolución demográfica de Calvià, Palma y las Islas Baleares.

Fuente: INE. Elaboración propia.

Pirámide poblacional

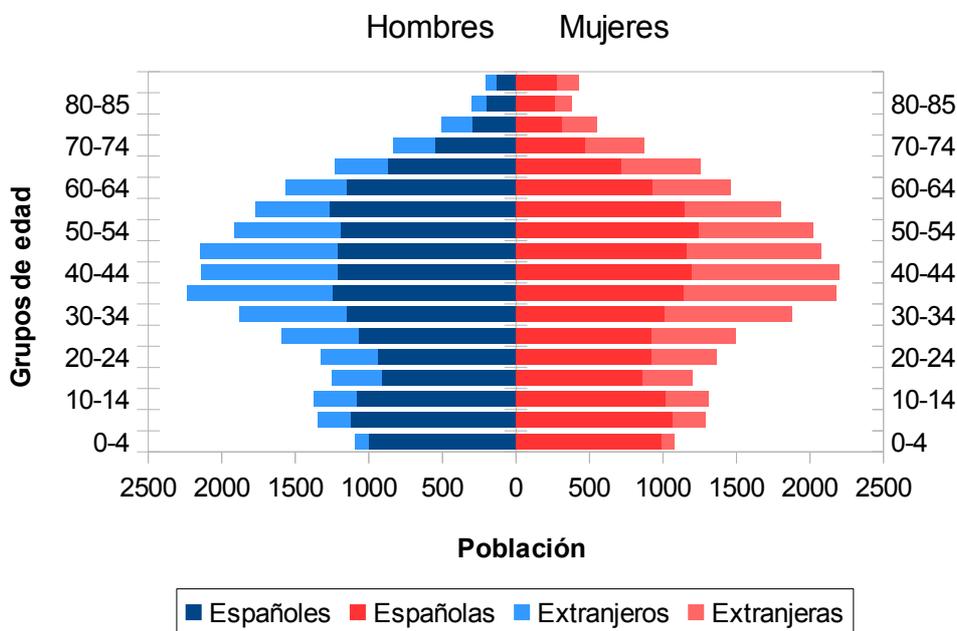


Figura 5.69. Pirámide poblacional de Calvià en el año 2016.

Fuente: IBESTAT. Elaboración propia.

Analizando la pirámide poblacional del municipio, concretamente para el año 2016, desglosando por población residente española y extranjera se puede percibir:

- La pirámide de residentes nacionales es **estacionaria** o **estancada** lo que supone un cierto equilibrio poblacional con una natalidad y mortalidad sin variaciones significativas.
- La población extranjera hace que la pirámide adopte una forma más acentuada en grupos de mayor edad, lo que implica una pirámide **regresiva**. Ello indica un envejecimiento progresivo de la población.
- La población extranjera de los grupos de edad comprendidos entre los 30 y los 49 años representan más del 40 % de la población, en esos estadios.

Por otro lado la dispersión de los núcleos en el término municipal es alta, contabilizándose hasta 14 desarrollos urbanos distintos, gran parte de los mismos situados a lo largo del litoral de Calvià. A continuación se muestran sendas tablas, según la situación de los núcleos urbanos.

Núcleos urbanos de interior				
Núcleo	Calvià Vila	Es Capdellà	Galatzó	Son Ferrer
Población	2573	999	1571	5692

Tabla 5.13. Desarrollos urbanos y población (2016) del interior del municipio.

Fuente: IBESTAT. Elaboración propia.

Núcleos urbanos del litoral			
Núcleo	Población	Núcleo	Población
Cas Català-Ses Illetes	2573	Sa Porrassa	105
Badia de Palma	999	Portals Nous	2304
Costa de la Calma	1571	Santa Ponça	10604
Costa d'en Blanes	5692	Castell de Bendinat	441
Magaluf	4258	Portals Vells	36
Peguera	3880	Sol de Mallorca	683
Palmanova	6486	El Toro	2319

Tabla 5.14. Desarrollos urbanos y población (2016) en la costa del municipio.

Fuente: IBESTAT. Elaboración propia.

Considerando únicamente aquellas localidades de la costa, en el año 2016 residen un total 41.951 habitantes lo que supone 84,61 % de la población del municipio. Ello es una gran presión humana sobre litoral de Calvià.

En base al cálculo seguido para el IPH del 2015 se obtiene el de 2016.

IPH 2016 de Calvià				
Municipio	Población	Turistas	Pob. Flotante	IPH 2016
Calvià	49.580	1.455.919	23.816	73.396

Tabla 5.15. Datos relevantes del IPH de Calvià en el año 2016.

Fuente: IBESTAT. Elaboración propia.

Asumiendo que gran parte del turismo que visita el municipio pernocta en la costa, aproximadamente el 95 %³, se puede estimar que la presión humana equivale a 69.726 habitantes promedio durante todo el año, eso es que el litoral en periodo estival sufre un incremento poblacional del 66,21 % y sus correspondientes servicios para atender dicha demanda.

5.3.2. Empleo

El mercado laboral en el término municipal de Calvià, en base a datos recopilado por el IBESTAT, recae en el sector servicio, principalmente, y en el sector de la construcción. Ambos sectores, en el año 2016, suponen conjuntamente el **95,07 %** del empleo del municipio con un 86,54 % y 8,53 % respectivamente. Dentro del sector servicio, la hostelería copa la mayor parte de los puestos laborales llegando a suponer el **42,10 %** del empleo total en el municipio de Calvià.

³ Valor estimativo.

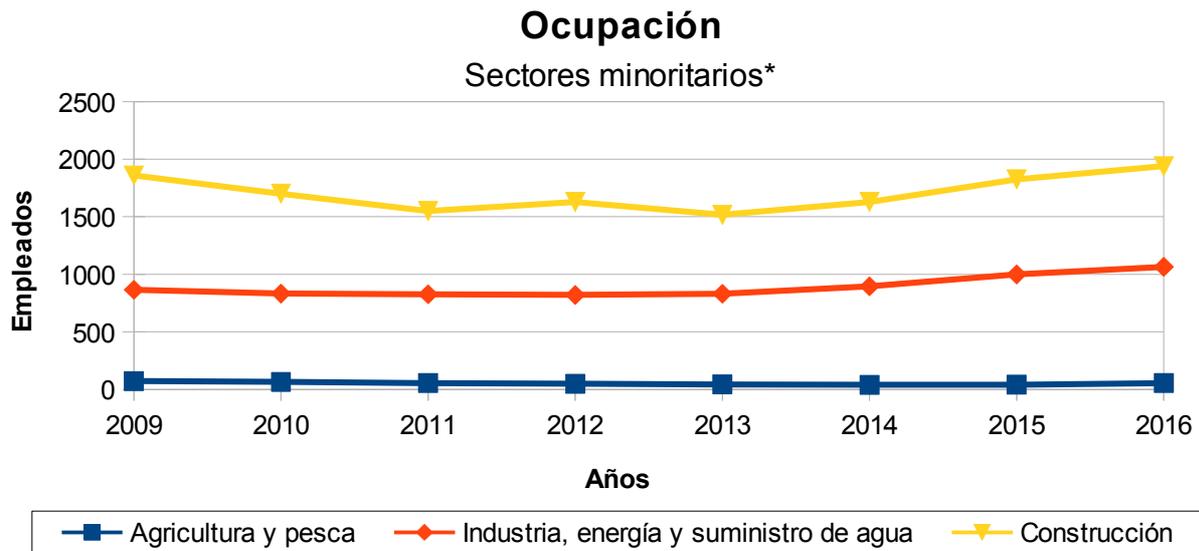


Figura 5.70. Evolución del empleo en los sectores minoritarios en Calvià.

Fuente: IBESTAT. Elaboración propia.

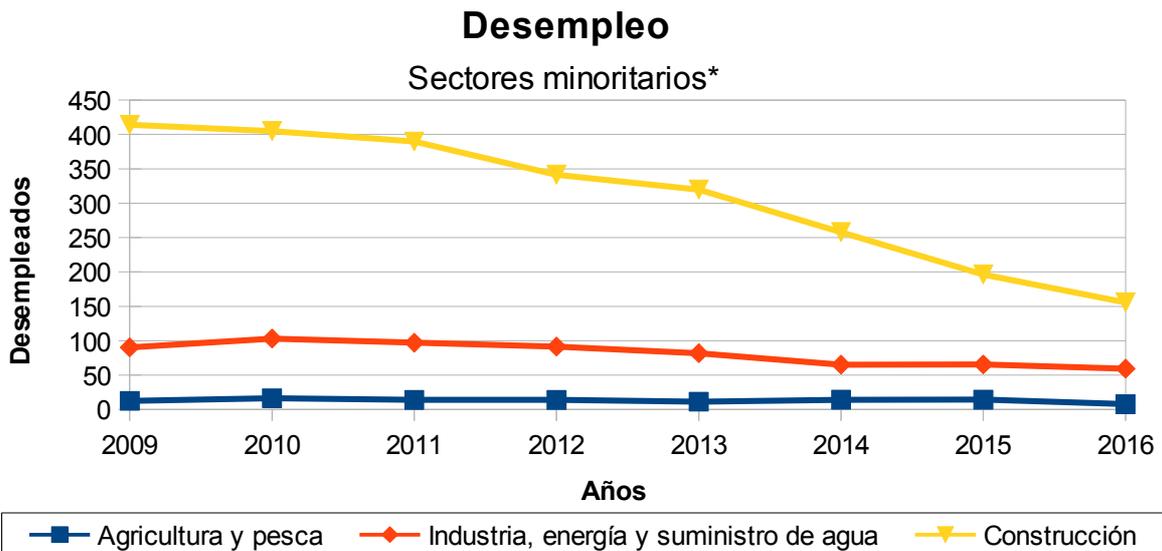


Figura 5.71. Evolución del desempleo en los sectores minoritarios en Calvià.

Fuente: IBESTAT. Elaboración propia.

El sector servicio por su parte, representado por separado para no distorsionar los datos anteriores, sigue una clara evolución pareja de los turistas que visitan la isla.

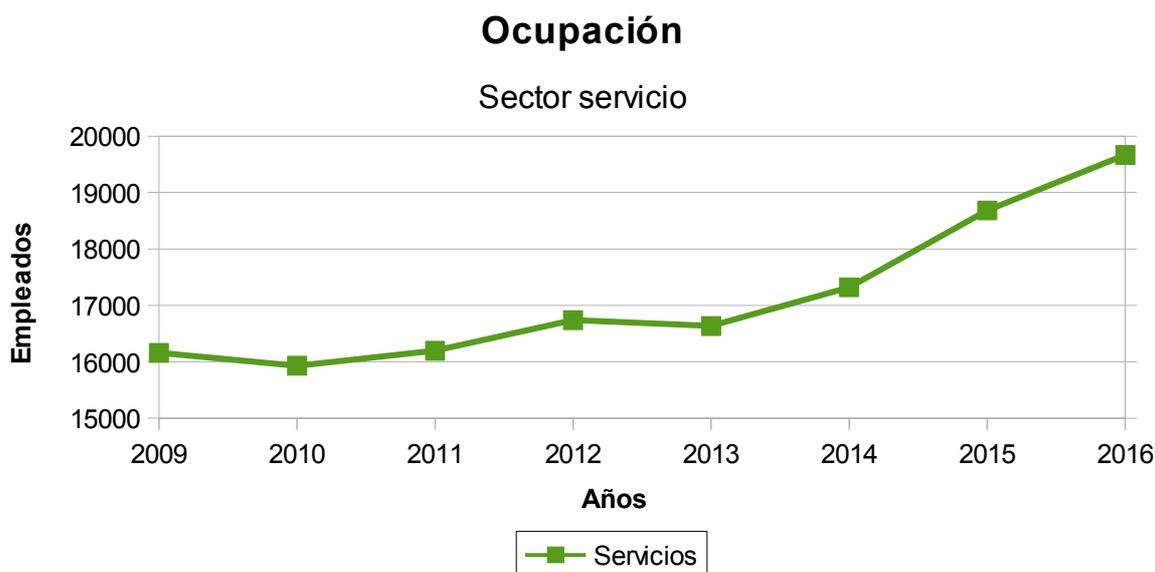


Figura 5.72. Evolución del empleo en el sector servicio en Calvià.

Fuente: IBESTAT. Elaboración propia.

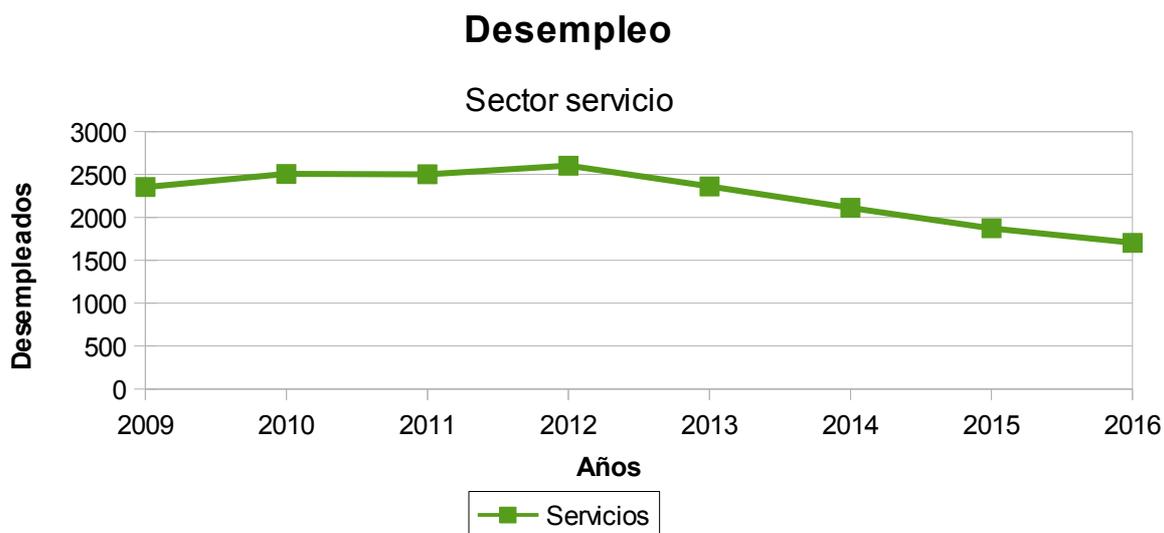


Figura 5.73. Evolución del desempleo en el sector servicio en Calvià.

Fuente: IBESTAT. Elaboración propia.

En términos globales supone que la variación de empleo por sector para la serie estudiada ha aumentando tanto en el sector de la industria, energía y suministro de agua como en el sector servicio, un 0,12 % y 1,30 % respectivamente; y disminuido en los sectores de la agricultura, ganadería y pesca así como en el de la construcción, un - 0,14 % y - 1,27 % respectivamente. Es decir, la tasa de variación de empleo es de **0,01%**.

5.3.3. Actividad económica

La actividad económica del municipio se centra principalmente en el sector servicios debido al gran volumen de negocios y actividades relativas al turismo. Por otro lado el sector de la construcción, ya recuperado, supone actualmente un 9 % y en menor medida el sector de la agricultura, ganadería y pesca que representa algo más del 1%.

En base al número de empresas, en la siguiente tabla y gráfica, que desarrollan su actividad en el término municipal de Calvià se puede concluir el peso de las mismas en la economía del municipio.

Empresas por sector económico								
Sector	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Agricultura y pesca	12	13	12	12	11	12	14	14
Industria	63	57	57	57	61	61	68	78
Construcción	216	198	177	186	174	180	195	199
Servicios	1771	1736	1749	1802	1783	1785	1816	1856

Tabla 5.16. Demografía empresarial de Calvià.

Fuente: IBESTAT. Elaboración propia.

Demografía empresarial

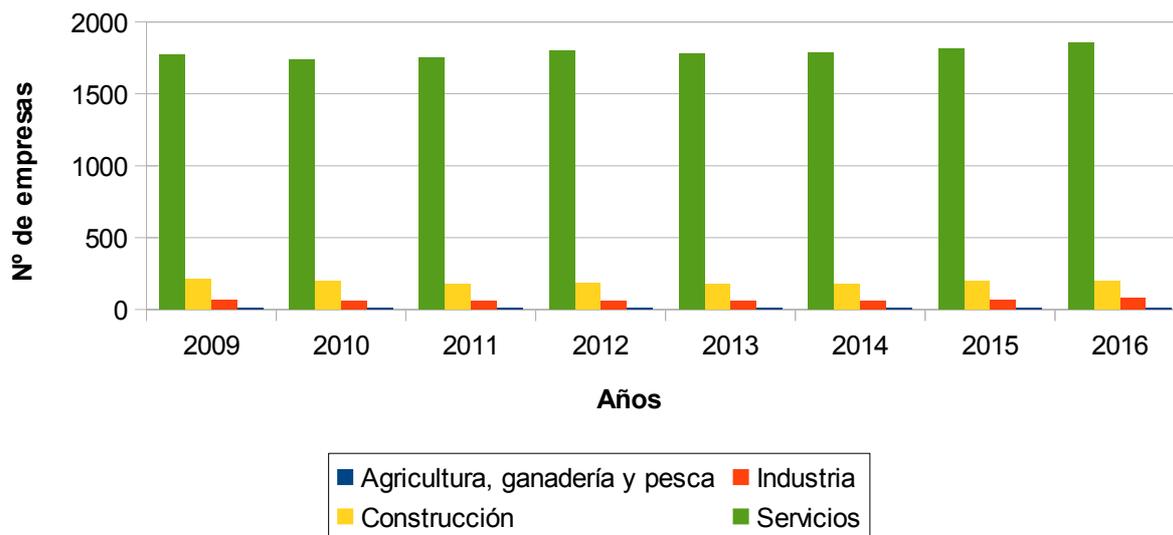


Figura 5.74. Distribución sectorial del tejido empresarial de Calvià.

Fuente: IBESTAT. Elaboración propia.

Se denota que el sector servicio es el gran motor de la actividad económica del municipio, gran dependiente de la evolución seguida por el turismo. Ello puede relacionarse, en gran medida, con la evolución del desempleo y el empleo seguida en Calvià, desde 2009 al 2016.

Se aprecia, comparando las figuras 4 y 6, como el descenso de empleo en el sector de la construcción y servicios entre el 2012 y 2013 coincide con el declive del turismo en el mismo periodo.

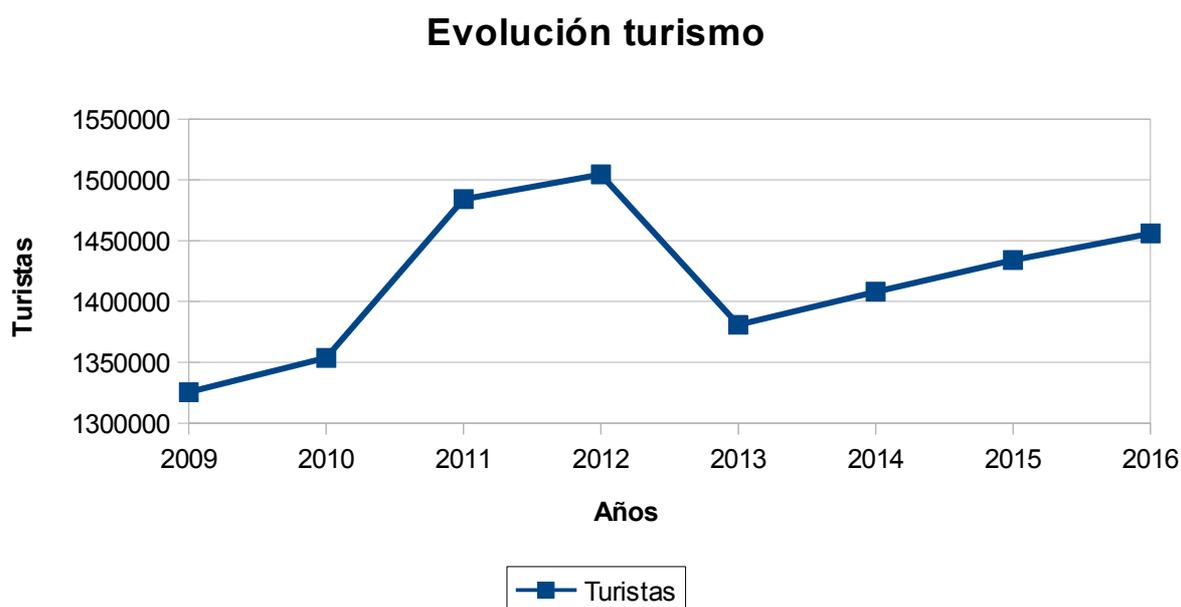


Figura 5.75. Evolución del turismo en Calvià.

Fuente: IBESTAT. Elaboración propia.

5.3.4. Sector náutico

Se dedica expresamente un epígrafe al sector náutico, que recoge socio-económicamente toda la información disponible, debido a su relevancia en este proyecto. Concretamente el sector náutico se enmarcan dentro de la oferta turística complementaria con gran potencial de desarrollo del sector turístico y hotelero, según el último estudio elaborado por el Observatori del Treball. El sector náutico, al igual que el resto de los sectores del turismo, se caracteriza por una gran variabilidad estacional, siendo el periodo de Mayo a Septiembre el de mayor intensidad.

Las principales empresas del sector son los puertos deportivos y club náuticos. Estos a su vez suelen ofrecer actividades lúdico-recreativas náuticas (submarinismo, kayak, flyboard, etc.).

Asimismo también surgen empresas de charter náutico, de tour turístico, de mantenimiento/conservación de las embarcaciones y marinas secas.

De forma general en los países desarrollados y concretamente aquí en Europa, el turismo náutico y la realización de actividades náuticas con embarcaciones ha dejado de ser una actividad exclusiva de grandes fortunas y se ha popularizado hacia grupos cada vez más numerosos. A un ámbito global la práctica deportiva náutica ha experimentado una fuerte expansión de partir de los años 90. En base al estudio “El turisme nàutic a Balears 2007” (en adelante **TNB07**) de la Agencia de Turismo de les Illes Balears, el 54,90 % de los visitantes reconoce visitar cuatro veces o más las Islas Baleares para la práctica de esta actividad.

Son cuatros las razones principales que favorecen un gran auge de la práctica del turismo náutico en las Islas Baleares.

- Las condiciones geográficas. Se encuentra en una posición central en un área donde existe una fuerte tradición por este tipo de actividades. Equidistante del Estrecho de Gibraltar, Francia, Cerdeña y muy próxima a la Península Ibérica.
- La climatología. Las islas se encuentran en el límite del anticiclón de las Azores y del frente Centroeuropeo, creándose el frente Mediterráneo que propicia unas condiciones meteorológicas seguras para la navegación durante la mayor parte del año.
- Acceso rápido y frecuente a las principales capitales europeas vía puentes aéreos.
- Patrimonio natural y privilegiado de las Baleares. Los 1.428 km del litoral de las islas suponen un entorno de elevada calidad paisajística para los navegantes.

Turismo náutico

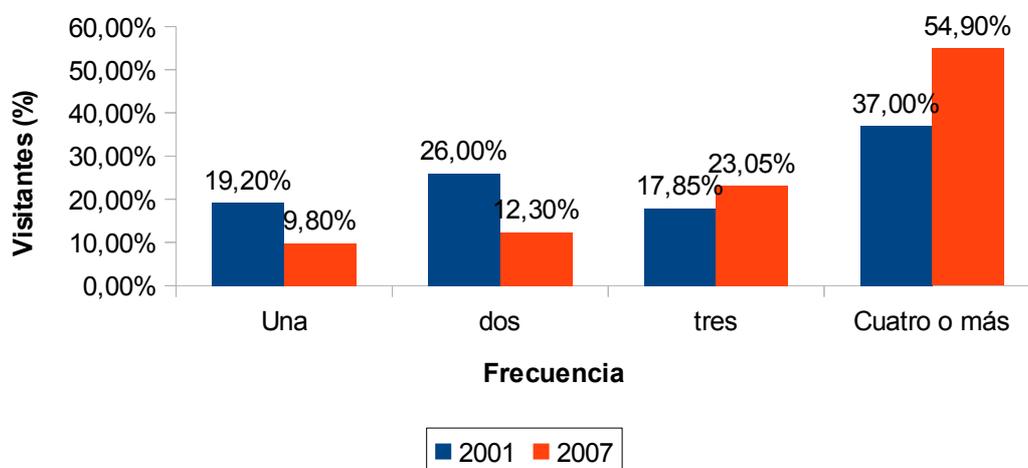


Figura 5.76. Frecuencia de los visitantes que han visitado las Islas Baleares para practicar turismo náutico.

Fuente: Agencia de Turismo de les Illes Balears. Elaboración propia.

Por otro lado, en base al estudio **TNB07** se estima que el número total de turismo náutico en el 2007 fue de 315.572 personas.

	2001	2007	Variación (%)
Movimiento de embarcaciones transeúntes	85.062	107.161	25,98
Estancia media en puerto	5,56	5	-10,07
Estancia de embarcaciones transeúntes	472.945	535.805	13,29
Media de tripulantes por embarcación	3,97	3,92	-1,26
Estancias de turistas náuticos transeúntes en puerto	1.877.591	2,100,356	11,86
Estancia media total	13,6	14,9	9,56
Días dedicados a la práctica del turismo náutico	11,1	11,3	1,80
Turismo náutico transeúnte	169.152	185.872	9,88
% turistas náuticos transeúntes	68,00	58,90	-13,38
% turistas náuticos no transeúntes	32,00	41,10	28,44
Turistas náuticos no transeúntes	79.601	129.700	62,94
Nº total de turistas náuticos	248.753	315.572	26,86
Nº total de estancias de turismo náutico	3.383.046	4.702.030	38,99

Tabla 5.17. Datos de estimación del número de turistas náuticos en las Islas Baleares.

Fuente: Agencia de Turismo de les Illes Balears. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la frecuencia media de los visitantes en las Islas Baleares y presentando los datos estimativos del número de turistas en los mismos años en base al estudio **TNB07**, suponen un gran volumen de turistas que ejercen indirectamente un gran presión sobre litoral.

Seguidamente se muestra la evolución, a modo comparativo, de la flota de embarcaciones de recreo tanto a nivel nacional como a nivel balear.

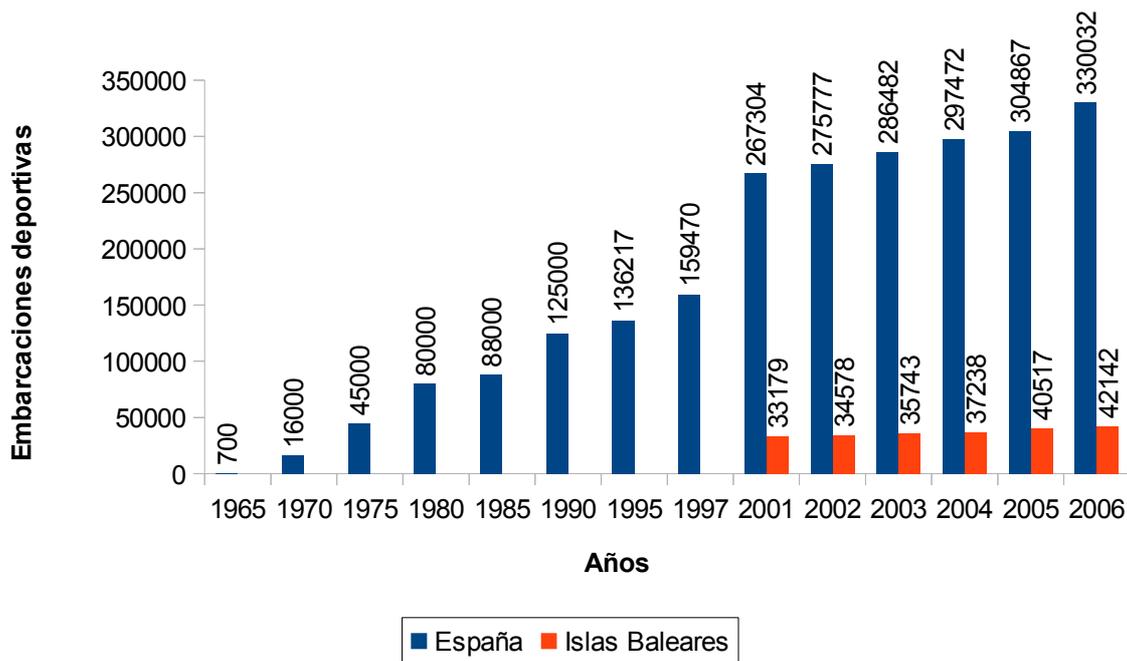


Figura 5.77. Evolución de las embarcaciones de recreo en España y las Islas Baleares.

Fuente: Dirección General de la Marina Mercante (2007). Elaboración propia.

Se aprecia como el boom de embarcaciones de recreo se produce de 1975 a 1980 con un crecimiento del 77%. Posteriormente cesa durante la recesión hasta finales de 1980 y principios de 1990 desde cuando se produce un constante crecimiento de la cantidad de embarcaciones.

Actualmente existen 2 puertos deportivos y 3 clubs náuticos que en conjunto suponen 1.782 amarres disponibles. En la siguiente tabla se detallan las características.

Características de los puertos deportivos		
Puertos/Clubs Náuticos	Amarres	Dimensiones eslora (m)
Puerto Portals	639	8 - 60
Club Náutico Palmanova	81	Hasta 12
Club Náutico Portals Vells	61	
Puerto Adriano	488	6 – 100
Club Náutico Santa Ponça	513	7- 20

Tabla 5.18. Amarres y esloras.

Fuente: Elaboración propia.

Puerto Portals y Port Adriano destacan por ser los dos puertos de referencia del término municipal de Calvià con gran oferta de amarres para embarcaciones de gran eslora. Así mismo, albergan tiendas de moda y restauración.

Realizando una radiografía de la ocupación de los puertos deportivos y su estacionalidad, en base a datos procedentes del estudio “El turisme nàutic a Balears 2007”, se puede apreciar no solo el auge de las embarcaciones en cantidad y eslora sino su distribución estival.

Ocupación (%) de los amarres en las Islas Baleares												
< 10 m	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2001	51,4	51,3	53,1	64,8	69,1	84,0	92,9	96,2	78,1	63,7	53,2	50,8
2007	71,3	69,9	70,9	74,7	80,3	91,9	96,3	97,7	91,1	81,0	73,8	71,5
10 – 15 m												
2001	60,5	60,3	64,4	70,9	76,1	86,8	95,0	98,0	86,1	74,4	64,7	60,5
2001	75,1	75,0	77,0	79,0	84,0	86,0	96,0	98,0	90,0	82,0	77,0	75,0
> 15 m												
2001	67,0	66,4	67,5	70,5	78,0	87,9	93,8	97,5	85,5	80,5	71,4	69,0
2007	73,4	72,2	74,7	79,3	82,8	89,8	93,8	93,7	85,4	82,7	75,8	74,9

Tabla 5.19. Ocupación de los puertos deportivos por tamaño de los amarres.

Fuente: Agencia de Turismo de les Illes Balears. Elaboración propia.

Es en las esloras inferiores a 10 m donde se aprecia el mayor aumento de la flota de embarcaciones de recreo, de media supone un incremento de **20,02 %** del 2007 respecto al 2001. Justamente cuando se registra un mayor aumento, de un **40,75 % más**, es el mes de Diciembre.

En las siguientes gráficas se puede apreciar que si bien en verano los valores máximos de ocupación no aumentan significativamente dado que la oferta es constante, los valores mínimos de ocupación en invierno si. Ello implica una menor estacionalidad en el amarre del sector náutico.

Estacionalidad < 10 m

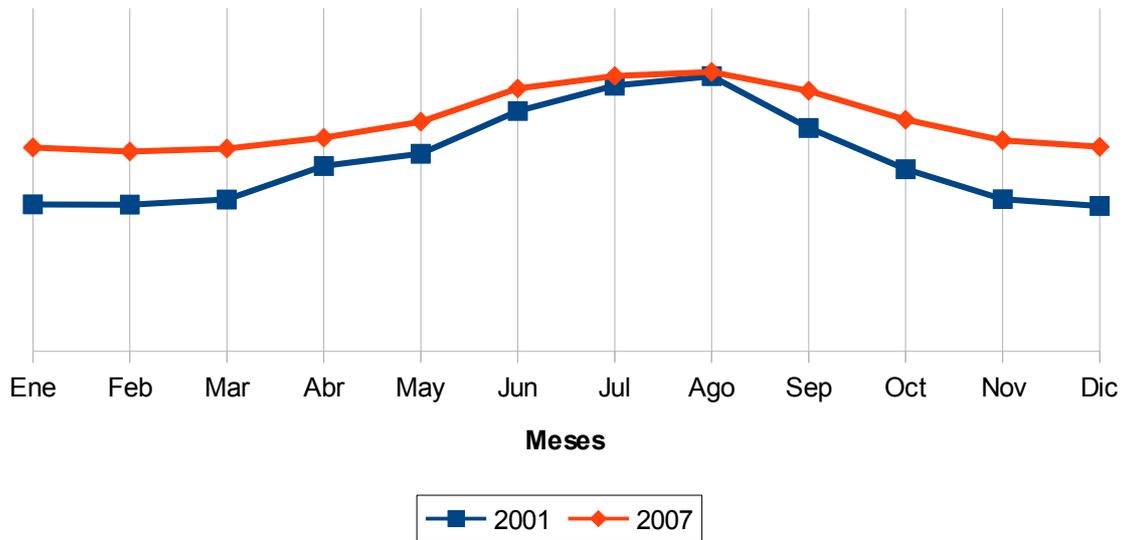


Figura 5.78. Evolución de la estacionalidad para embarcaciones < 10 m.

Fuente: Agencia de Turismo de les Illes Balears. Elaboración propia.

Estacionalidad 10 - 15 m

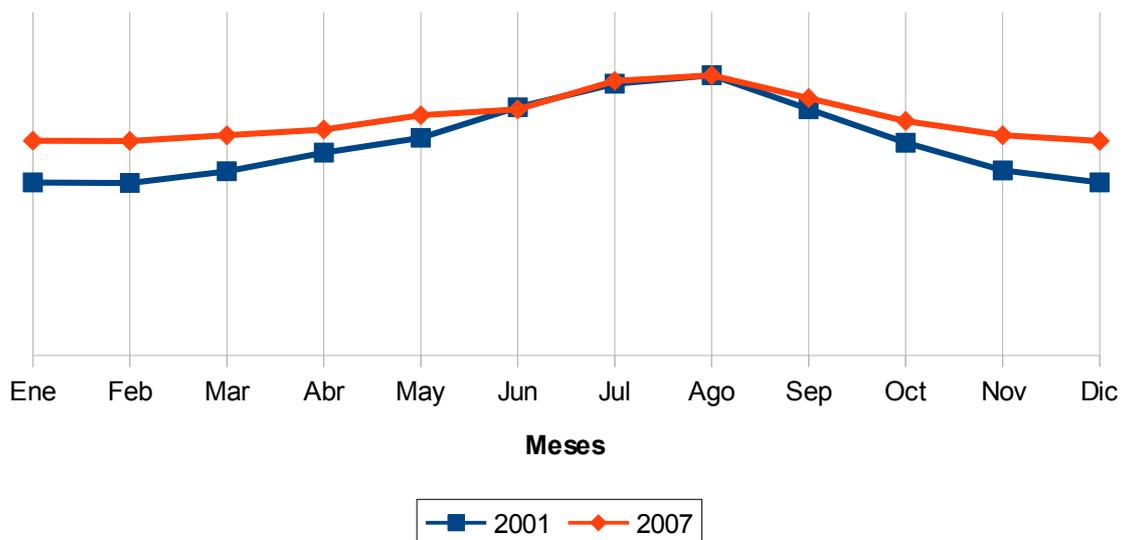


Figura 5.79. Evolución de la estacionalidad para embarcaciones 10 - 15 m.

Fuente: Agencia de Turismo de les Illes Balears. Elaboración propia.

Estacionalidad > 20 m

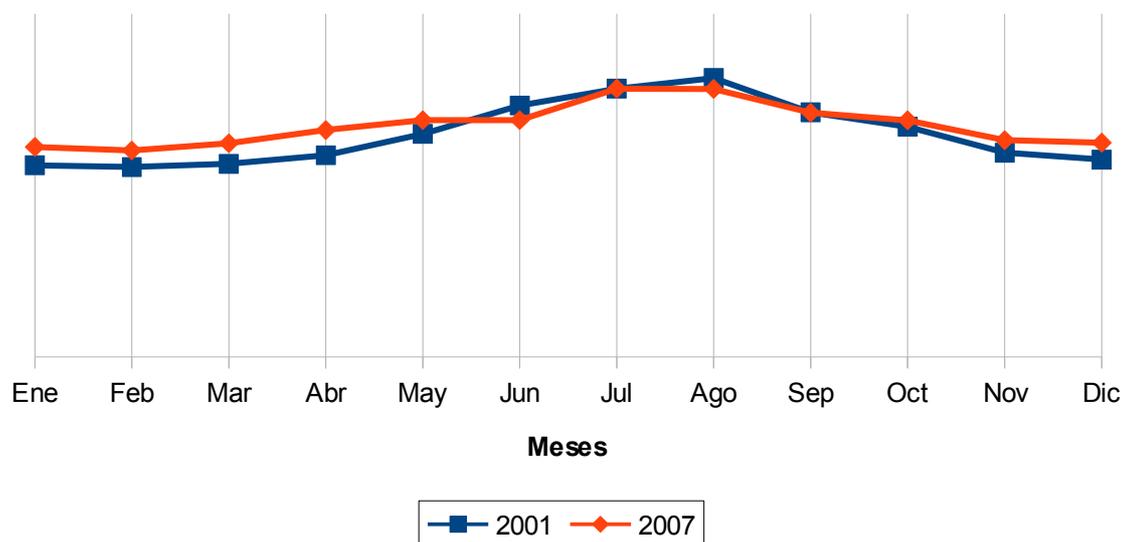


Figura 5.80. Evolución de la estacionalidad para embarcaciones > 15 m.

Fuente: Agencia de Turismo de les Illes Balears. Elaboración propia.

Económicamente hablando, el turismo náutico es un fuerte motor dentro del sector del turismo que se estima que genera 509,32 millones de € en las Islas Baleares.

IMPACTO ECONÓMICO (€)	2001	2007
Gasto total por estancia del turista náutico	122,12	125,64
Gasto por estancia directa en las Islas Baleares	66,74	87,15
Gasto por estancia en el país de origen	55,38	38,49
Gasto por estancia en el país de origen revertido en las Islas Baleares	30,46	21,27
Gasto total por estancia que llega a las Islas Baleares	97,20	108,32
Gasto total directo en las Islas Baleares (mill. €)	225,78	409,78
Gasto total en el país de origen (mill. €)	187,35	180,98
Gasto total en el país de origen revertido en las Islas Baleares (mill. €)	103,4	99,54
Gasto total de los turistas náuticos en las Islas Baleares (mill. €)	413,14	590,76
Ingresos por turista náutico en las Islas Baleares (mill. €)	328,83	509,32

Tabla 5.20. Datos de estimación del impacto económico de los turistas náuticos en las Islas Baleares.

Fuente: Agencia de Turismo de les Illes Balears. Elaboración propia

El sector náutico supone tanto negativa como positivamente una fuerte presión social sobre litoral a la vez que un gran impacto económico sobre la sociedad. Se estima, en base al estudio **TNB07** laboralmente hablando en el 2007, los puertos deportivos generan aproximadamente 780 puestos de trabajos fijos, 300 temporales y 4.750 puestos de trabajo indirectos que desarrollan sus actividades en las instalaciones de los diferentes puertos. Ello supone solo el **1,27 %** del total de afiliados a la Seguridad Social.

5.3.5. *Espacios naturales protegidos y zonas de interés natural*

En base a la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad asegura la conservación y valoración del patrimonio natural, la protección de la biodiversidad, la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales y el mantenimiento, y en su caso la restauración de la integridad de los ecosistemas.

En el ámbito de estudio se distinguen varias zonas naturales de distinto grado de protección. Dado que el alcance de este proyecto se encuentra en el entorno marino, se tienen en cuenta solo aquellos espacios naturales de índole marino o terrestres que bien por su proximidad o bien su localización en la costa, resultan ineludibles de mencionar. Según el grado de clasificación, se tiene:

LIC de Cap Cala Figuera

Es un espacio de la Red Natura 2.000, considerado como **Lugar de Interés Comunitario** (LIC) con un gran valor ecológico conformado por una área terrestre principal en torno al cabo de Cala Figuera y dos islotes al oeste, **Islas Malgrats e Isla del Toro**. Contienen 6 hábitats incluidos en el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE, la presencia de una especie de planta (*Diplotaxis ibicensis*), dos especies de reptiles (*Podarcis lilfordi*, la subespecie **toronis** y *Testudo graeca*) del Anexo II de la misma directiva y 8 especies de aves (*Burhinus oedicephalus*, *Falco peregrinus*, *Phalacrocorax aristotelis desmarestii* entre otras) incluidas en la Directiva 49/709/CEE. Así mismo también se encuentra la subespecie endémica *Bufo viridis balearica*, la especie endémica vegetal *Limonium caprariensis* y especies de vertebrados que intervienen decisivamente en la biocenosis del lugar.

Debido a la gran importancia ornitológica del lugar, este mismo espacio natural es considerado Área Importante para las Aves (IBA nº 323) por la Sociedad Española de Ornitología, aplicando los criterios establecidos por BirdLife Internacional.

Por otro lado, a nivel autonómico se considera Área Natural de Especial Interés (ANEI) por la Ley 1/1991 del Parlament Balear. Parte de dicho espacio se considera **ZEPA** número 74 denominado “Isla Malgrats, isla del Toro y cap de Cala Figuera”, de acuerdo con la Directiva 79/409/CEE.

El LIC incluye también un ámbito marino denominado **Área Marina Cap de Cala Figuera** cuya importancia reside en la presencia de praderas de *Posidonia oceanica* contenidas en el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE.



Figura 5.81. Localización del LIC Cap de Cala Figuera.

Fuente: Xarxa Natura a les Illes Balears.



Figura 5.82. Localización del Área Marina Cap de Cala Figuera.

Fuente: Xarxa Natura a les Illes Balears.

Reservas Marinas

Las reservas marinas son figuras de protección pesquera mediante las cuales se regulan los usos y la explotación del medio marino, con el objetivo de incrementar la regeneración natural de los recursos y conservar los ecosistemas más representativos.

En este sentido a nivel autonómico por el Decreto 91/1997, de 4 de Julio, de protección de los recursos marinos de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares, la Conselleria d'Agricultura i Pesca ha establecido una red de reservas marinas en el litoral Balear para recuperar poblaciones marinas y conservar sus hábitats naturales.

En el ámbito de estudio se encuentran definidas dos. La **Reserva Marina de las Islas Malgrats** que incluye el área marina de los alrededores de las Islas Malgrats así como la costa vecina que alberga comunidades bentónicas tan importantes como las praderas de *Posidonia oceanica* así como comunidades de peces asociados a las anteriores.



Figura 5.83. Localización de la Reserva Marina de las Islas Malgrats.

Fuente: Servicio de recursos marinos. Conselleria de Medio Ambiente, Agricultura y Pesca.

Y por otro lado, la **Reserva Marina de la Isla del Toro** que engloba el área marina de la propia isla y las aguas comprendidas entre ésta y Es Clot des Moro y Cala Refeubetx. Las praderas de la fanerógama *Posidonia oceanica* ocupan grandes extensiones y en sus fondos rocosos se congregan muchas especies de peces, especialmente especies pelágicas migratorias.

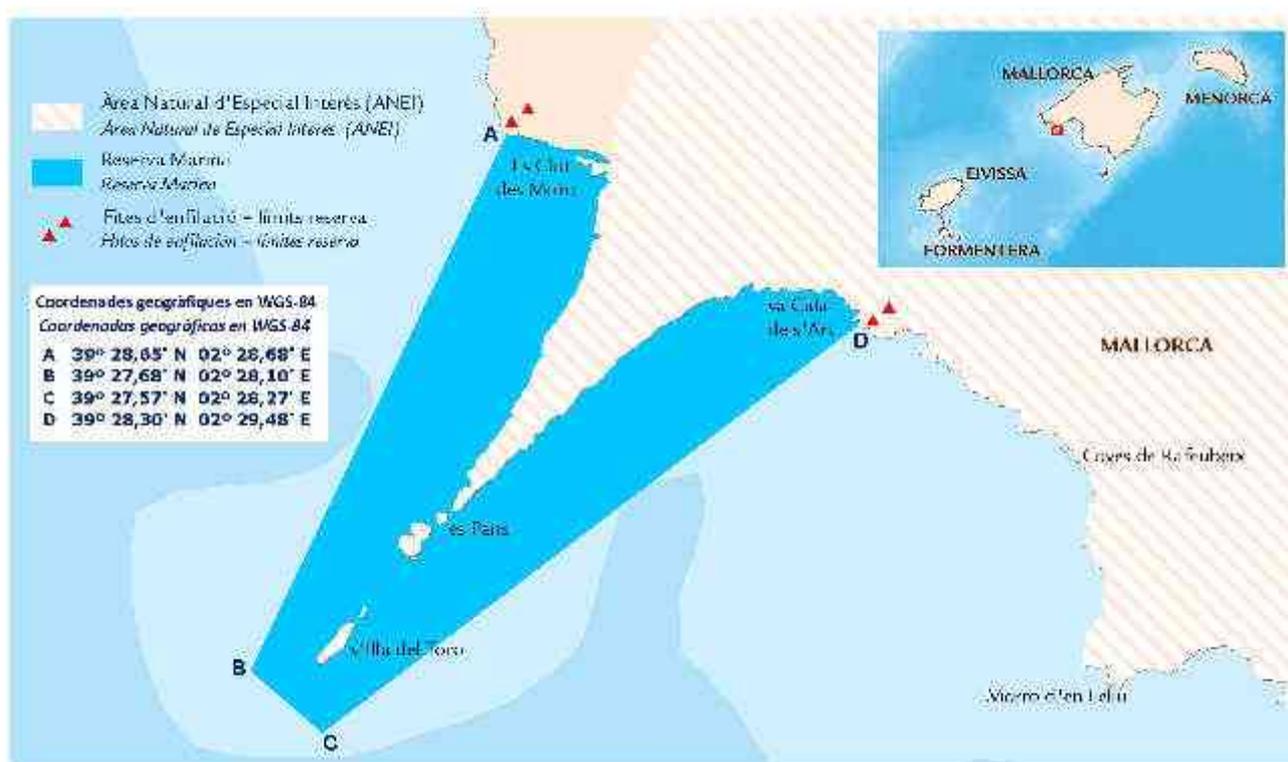


Figura 5.84. Localización de la Reserva Marina de la Isla del Toro.

Fuente: Servicio de recursos marinos. Conselleria de Medio Ambiente, Agricultura y Pesca.

Sin especificar áreas en concreto como en los casos anteriores, la Directiva 92/43/CEE y su transposición a derecho interno bajo la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad definen, ambos, en su Anexo I los hábitats de especial interés con el fin de conservarlos y preservarlos. Así es como las praderas de *Posidonia oceanica*, *hábitats prioritarias*, código UE 1120 constituye, legalmente, una especie de vital importancia.

En base al PILC desarrollado por el ayuntamiento de Calvià, se estima que alrededor del 85 % del fondo marino del litoral de Calvià son arenosos-fangosos, aquellos justamente que favorecen el crecimiento de la *Posidonia oceanica*.

6. Material y métodos

6.1. Área de estudio

El área de estudio se sitúa en el ámbito costero del municipio de Calvià (Mallorca, Islas Baleares) (*Figura 6.1*). Las características específicas de su medio terrestre y marino aparecen más detalladas en el anexo de inventario ambiental.

En el presente proyecto se contemplan varias zonas del litoral como son la zona de Els Ametllers, Son Maties, Portals Vells, Cala Figuera, Santa Ponça y Cala Fornells dónde se realizó un recuento de embarcaciones fondeadas durante la temporada alta. Además, en la zona costera de Santa Ponça y Portals Vells también se llevó a cabo un estudio “in situ” del estado de las praderas de Posidonia. Dicha selección tiene en cuenta los objetivos del proyecto, la evaluación del estado de la Posidonia y la marcada estacionalidad en el sector náutico del municipio.

Por lo que respecta a la evaluación y registro de embarcaciones fondeadas en temporada alta, se han seleccionado los emplazamientos mencionados anteriormente (Els Ametllers, Son Maties, Portals Vells, Cala Figuera, Santa Ponça y Cala Fornells) debido a que son zonas con mucha presión turística y además son muy favorables para el fondeo de embarcaciones por sus condiciones marítimas y geográficas. Aunque finalmente Cala Figuera no se añadió a los resultados finales por su baja frecuentación de fondeos. La Posidonia tiene muchos impactos aunque en zonas cercanas a la costa y tan frecuentadas en temporada alta, el mayor impacto es el fondeo. Por tanto resulta interesante para este proyecto poder comprobar el estado de las praderas así como también valorar en estas mismas localizaciones la presión de embarcaciones fondeadas. Para la evaluación del estado de la Posidonia, se ha escogido la bahía de Santa Ponça ya que presenta un área marina de gran afluencia de embarcaciones pero que a la vez presenta una amplia presencia de praderas de *Posidonia oceanica*, previamente cartografiadas por el estudio ambiental realizado por Red Eléctrica España. Por otro lado, Portals Vells resulta de gran importancia ya que es una zona de alto valor ecológico debido a la cercanía del área catalogada como LIC, que incluye la zona de Cala Figuera, hasta el comienzo de Portals Vells y también es una zona con una gran presión de embarcaciones fondeadas en temporada alta a pesar de su menor dimensión comparado con la bahía de Santa Ponça.

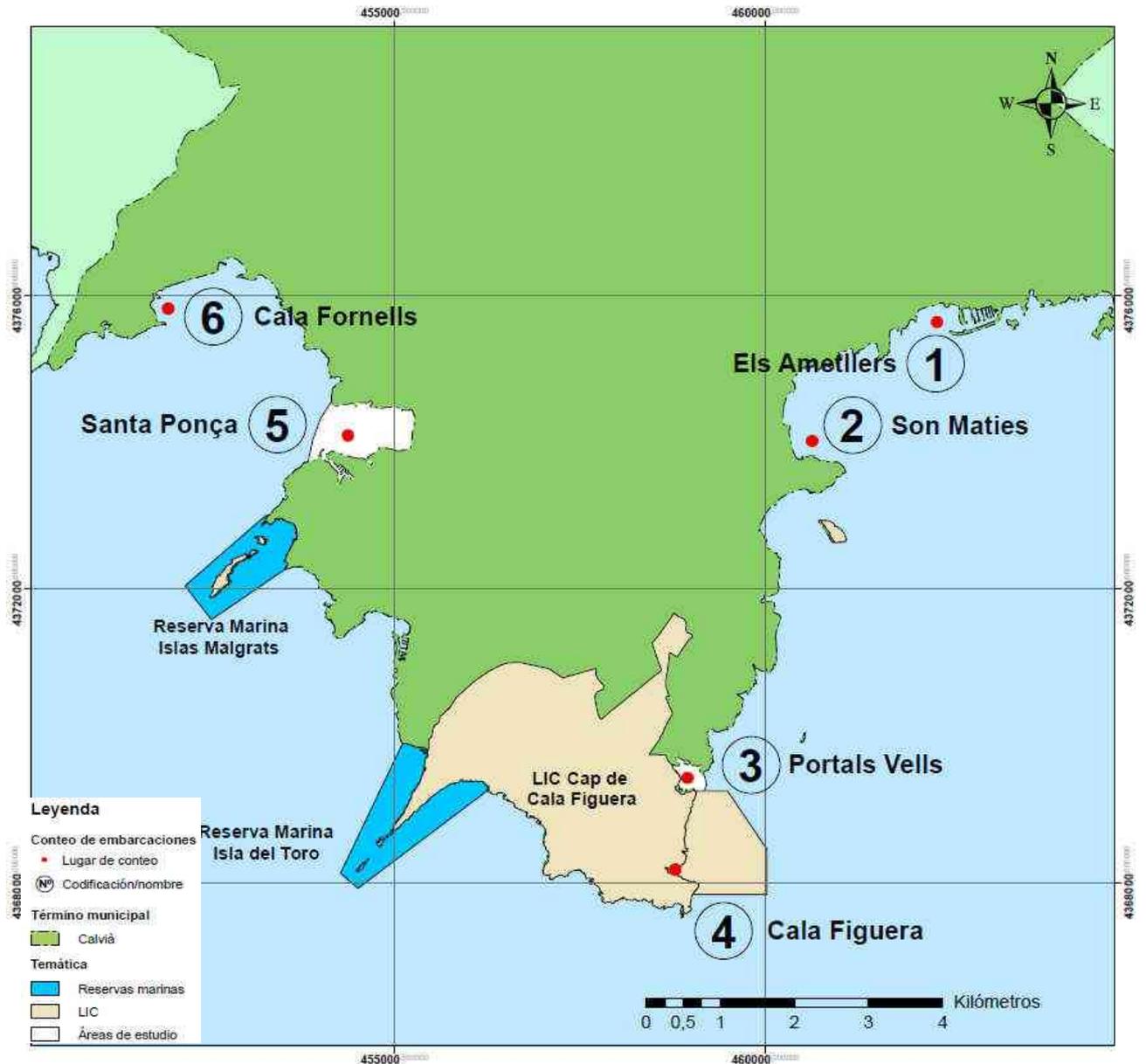


Figura 6.1. Zonas de estudio de la costa del municipio de Calvià. Las zonas blancas que corresponden a Santa Ponça y Portals Vells representan las zonas de evaluación de las praderas de Posidonia, y los puntos rojos representan las zonas de recuento de embarcaciones durante temporada alta. También está representado en color verde claro, las zonas catalogadas como LIC en el municipio.

Fuente: Elaboración propia.

6.2. Diseño muestral

A continuación exponemos el diseño y la metodología que se ha seguido para evaluar el estado de la Posidonia “in situ” y evaluar la presión de embarcaciones que existe en temporada alta.

6.2.1. Conteo Embarcaciones

Es un procedimiento que resulta muy útil para poder llevar un registro y seguimiento de la carga de embarcaciones que existe en la costa (*Figura 6.2*). Ofrece datos muy relevantes que contrastan y confirman la temporada alta en el sector náutico. Además, estos registros podrán servir de base para otros estudios o incluso para continuar con un seguimiento.

Se tuvo en cuenta la eslora de la embarcación ya que el impacto es mayor o menor según las dimensiones del ancla (aunque el tipo de ancla también es importante) y la fuerza de arrastre de la embarcación, y también se tuvo en cuenta el momento del día del recuento para poder diferenciar si se trata de fondeos esporádicos o si pasan más tiempo y pernoctan.

Para llevarlo a cabo el conteo y establecer futuras hipótesis, se estableció la siguiente clasificación de esloras.

Clasificación de esloras		
$x \leq 8 \text{ m}$	$8 \text{ m} < x \leq 14 \text{ m}$	$14 \text{ m} < x$

Tabla 6.1. Clasificación de esloras para los conteos.

Fuente: Elaboración propia.

Primero se realizó un conteo “control” en temporada baja, concretamente en el mes de abril de 2017, este “control” sirve para poder contrastar el cambio que existe en la cantidad de barcos que fondean en temporada baja y en temporada alta. Posteriormente, durante toda la temporada alta (mayo-septiembre) se llevó a cabo otro conteo más exhaustivo. En cada una de las calas se hizo un recuento de embarcaciones fondeadas cada 15 días (martes como día laboral y domingo como día festivo) y para tener en cuenta si se trata de un fondeo esporádico o si también pernoctan, se realizó el conteo a primera hora de la mañana y también a medio día.



Figura 6.2. Conteo de embarcaciones teniendo en cuenta hora y eslora de la embarcación fondeada. Imagen de un recuento en Portals Vells.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2. Evaluación Praderas Posidonia

Para llevar a cabo esta evaluación se revisó la documentación perteneciente a los estudios de Red Eléctrica España en Santa Ponça, así como la documentación del Plan Integral del Litoral de Calvià. La información cartográfica presente en estos estudios nos ha servido de referencia y base para el inicio de esta evaluación. Aunque hay que tener en cuenta que la mayor parte de la información recopilada pertenece a Santa Ponça.

La evaluación de las praderas de Posidonia tuvo lugar en las calas de Portals Vells y Santa Ponça como ya se ha mencionado. En estos enclaves lo que se pretende es hacer un primer diagnóstico del estado actual de la Posidonia y que este estudio sirva de precedente para otros posteriores.

Para esta metodología utilizamos descriptores, es decir características de las plantas o de su ambiente cuya medición permite realizar un diagnóstico del estado de la pradera. Los científicos utilizan numerosos tipos de descriptores para definir el estado biológico de una pradera a nivel bioquímico, fisiológico, fenológico, poblacional o de biocenosis asociada. Su utilización depende

del problema científico. En este caso, se seleccionaron los principales de acuerdo a los objetivos del proyecto para la evaluación de las praderas de Posidonia. Son los siguientes:

- Cobertura lineal.
- Microcobertura de la pradera.
- Densidad de haces.

Además de los descriptores, también se tuvieron en cuenta otras observaciones que repercuten en el estado de las praderas de Posidonia:

- Presencia de especies invasoras.
- Presencia de obstáculos a lo largo de la zona de estudio.

En cada emplazamiento de estudio (Santa Ponça y Portals Vells) se distribuyeron 9 puntos georeferenciados de medición (*Figura 6.3*). En cada una de las estaciones y para una óptima medición de los descriptores, se llevaron a cabo 3 réplicas para cada uno de ellos. Seguidamente queda explicada la metodología para cada uno de los descriptores.



Figura 6.3. Localización de las estaciones de medición en cada una de las bahías de Santa Ponça y Portals Vells.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2.1 Cobertura lineal

La cobertura se considera una medida del estado de la conservación de las praderas (Sánchez Lizaso, 1993), a partir de la cual se pueden obtener índices que reflejen el grado de alteración de las mismas (Sánchez Poveda, Martín y Sánchez Lizaso, 1996), aunque puede tener matices en la interpretación dependiendo de las condiciones locales.

Las praderas de Posidonia tienden a ocupar de forma heterogénea el espacio. Esta forma de ocupar el espacio es la base del método que se va a utilizar. Consiste en realizar transectos de medida de la cobertura, mediante el método de "line intercept" (Sánchez-Lizaso, J., 1993; Short *et al.* 2001). Estos transectos van a permitir una estima de la cobertura y extensión de la pradera en cada zona. Son transectos lineales de 10 metros de longitud y se realizaron 3 réplicas para cada estación (Figura 6.4).

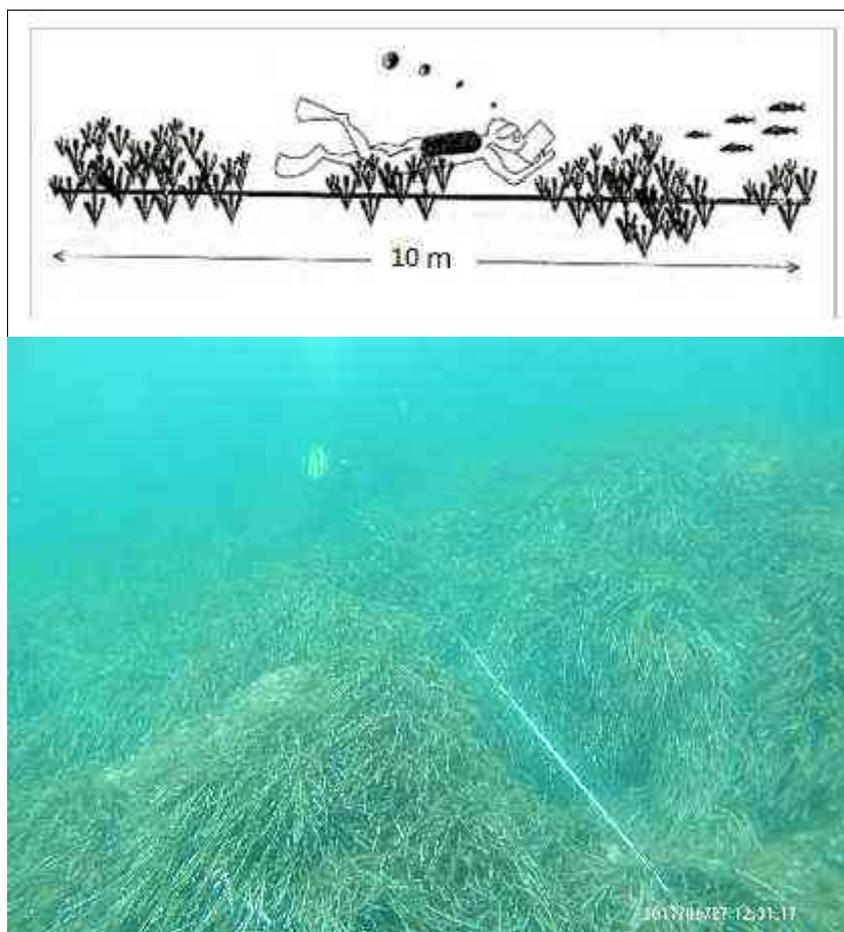


Figura 6.4. Estima de la cobertura lineal de la pradera de *Posidonia oceanica*, en transecto de 10 metros de longitud.

Fuente: Esquema, Proyecto Life Posidonia en el Mediterráneo Andaluz. Fotografía de elaboración propia.

6.2.2.2. Microcobertura

La microcobertura es la proporción del fondo ocupado por las manchas de haces y nos da conocimiento de la microestructura de la pradera. Es otra manera de medir la cobertura, pero a una escala menor que el método de cobertura lineal. Su medición se realiza mediante estimación visual del porcentaje de la superficie del fondo ocupada por las manchas de los haces dentro de un área conocida (Short, F. & Coles, R, 2001). En nuestro caso utilizamos un cuadrado de 40x40cm de lado. Para facilitar esta medición el cuadrado también se encuentra dividido en 4 subcuadrados de 20x20cm. A cada subcuadrado se le asigna un valor entre 0% y 100% según la proporción de su superficie que se encuentra ocupada por los haces (*Figura 6.5*). Para cada estación, como ya se ha mencionado, se han realizado 3 mediciones de este tipo, en posiciones aleatorias sobre la Posidonia.

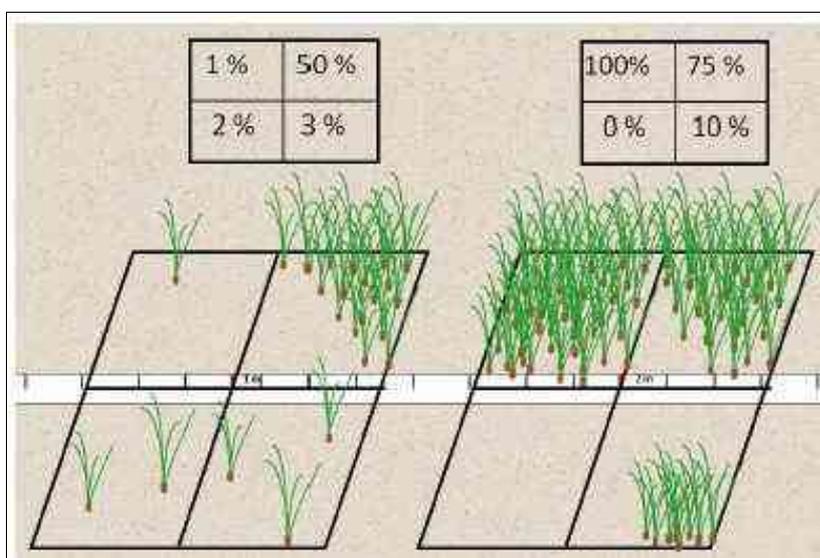


Figura 6.5. Estima visual que se utiliza para determinar la microcobertura de la pradera de Posidonia oceanica con un marco de PVC de 40x40cm, subdividido en 4 cuadros de 20x20cm.

Fuente: Proyecto Life Posidonia en el Mediterráneo Andaluz.

6.2.2.3. Densidad máxima de haces

Las fanerógamas marinas son plantas clonales y sus poblaciones están compuestas por haces, producidos vegetativamente, que son las unidades básicas de las praderas. La abundancia numérica de los haces es una herramienta básica para describir la abundancia de la pradera, y un parámetro clave incluido en cualquier programa de monitorización o en una valoración del estado de la pradera. La densidad aplicada a las praderas se define como el número de haces de planta

por unidad de superficie. En este caso, dichas mediciones se tomaron con la ayuda de un marco de PVC de 40x40cm, se posó encima de la pradera y de esta manera se contó de uno de los subcuadrados de 20x20cm el número de haces que había en su interior (*Figura 2.6*). Se realizaron 3 réplicas en cada estación, también de forma aleatoria sobre las praderas. Estos valores se extrapolan a 1m² de superficie (Sánchez Lizaso, 1993; Short, F. & Coles, R, 2001). Este parámetro proporciona valores de abundancia que se corresponden con la densidad máxima de haces que hay en la pradera. Para referir la densidad obtenida al área muestreada, los valores de densidad deben corregirse con los descriptores espaciales (i.e. Densidad global).



Figura 6.6. Conteo del número de haces en un marco de 20x20cm para la determinación de la densidad de haces (nºhaces/m²) en las estaciones de pradera de Posidonia oceanica.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2.4. Densidad global

La densidad global es un descriptor de la pradera que nos sirve para corregir los valores de densidad máxima con los descriptores espaciales. Se calcula combinando densidad de haces con la microcobertura media de la pradera. Para calcularla hay que multiplicar la densidad de haces por la microcobertura y dividirlo por 100 (Romero, J., 1985).

Este descriptor de densidad, nos va a permitir relacionar los datos del presente proyecto con datos de referencia de densidad global según la profundidad (Pergent et al., 1995) que según esta

relación clasifica las praderas en estado desfavorable-malo, desfavorable-inadecuado y favorable.

6.2.2.5. Abundancia de especies de algas invasoras

Actualmente uno de los impactos para las praderas de Posidonia es la presencia de algas invasoras. La presencia de estos organismos debilita la pradera de Posidonia ya que son especies que compiten por los mismos recursos que la fanerógama marina y que por tanto la va desplazando. Inicialmente estas algas invasoras colonizan los bordes de la pradera de Posidonia y con el tiempo van introduciéndose en su interior, provocando la aparición de calvas que consecuentemente debilitarán la pradera.

En este caso, al mismo tiempo que tomamos las medidas de densidad y microcobertura, se observó si existía la presencia de algas invasoras en su base. Las más habituales suelen ser *Caulerpa racemosa* y *Lophocladia lallemandii*, entre otras.

6.2.2.6. Presencia de obstáculos

La presencia de obstáculos como pueden ser muertos inutilizados, cadenas, etc sobre las praderas, puede resultar perjudicial ya que aísla partes de la pradera y además genera calvas debido al rozamiento que surge por el oleaje. Debido a esto, también tuvimos en cuenta dicha presencia, tomando fotografías de los obstáculos que aparecían en las diferentes estaciones de medición asignadas.

7. Diagnóstico Fondeo – Posidonia

El objetivo del presente documento es presentar la presión de fondeo de embarcaciones en varias calas de interés del litoral de Calvià, así como describir el estado de conservación de las praderas de Posidonia oceanica en dos de las calas estudiadas cuyos casos se han considerado de especial interés: Santa Ponça y Portals Vells. En el Anejo quedan recopilados los mapas elaborados en relación a este apartado así como también las tablas con los datos numéricos obtenidos y las fotografías realizadas. Además de evaluar por separado la presión de fondeo de embarcaciones y el estado de las praderas de Posidonia, se discuten conjuntamente los resultados obtenidos para valorar la situación y poder así, llevar a cabo un análisis DAFO y proponer alternativas y pautas de gestión.

7.1. Evaluación de la presión de embarcaciones

La evaluación de la presión de embarcaciones a lo largo del litoral de Calvià, se llevó a cabo entre los meses de marzo y octubre, siguiendo la metodología expuesta en el epígrafe 6, 'Material y Métodos'. Se visitaron cinco calas del litoral de Calvià, usadas tradicionalmente como lugares de resguardo de embarcaciones: Es Ametllers, Son Maties, Portals Vells, Santa Ponça, Cala Fornells, donde se contó el número de embarcaciones fondeadas desde comienzos hasta finales de temporada de mayor afluencia de embarcaciones (marzo-octubre), en días laborables y en fines de semana. Entre los datos también han sido incluidos los avistamientos de fondeos privados permanentes, es decir, particulares que han posicionado un sistema de anclaje fijo, normalmente compuesto por un muerto artesanal y una cadena simple sin boya intermedia. La mayoría de estos anclajes no tienen ningún tipo de permiso y por tanto se han posicionado sin ningún tipo de control. El borneo de las cadenas de estos anclajes producen un impacto por arrastre en el lecho marino.

Las embarcaciones de menos de 8 metros de eslora son las más frecuentes en las calas muestreadas en fines de semana y días laborables, con independencia del mes. Estas embarcaciones representan un 59% del total de embarcaciones identificadas. Un 29% y un 12% fueron embarcaciones entre 8-14 y más de 14 metros de eslora respectivamente. En las Figuras 7.1 y 7.2 queda representada de forma global la media de embarcaciones fondeadas en el litoral de Calvià, según la eslora de la embarcación. Se muestra la frecuencia de los fondeos avistados en días laborables y la frecuencia de los fondeos avistados en fines de semana, respectivamente. En días laborables y fines de semana los fondeos de embarcaciones menores de 8 metros

muestran una tendencia al aumento desde marzo hasta alcanzar un máximo en agosto, durante septiembre y octubre el número de embarcaciones fondeadas siguió una tendencia a la disminución. Los picos máximos de fondeo se producen entre junio y agosto para todas las esloras, si bien las embarcaciones más grandes parecen concentrarse más a principio de verano (junio) mientras que las más pequeñas tienen un máximo claro durante agosto. Aunque el número de fondeos contabilizados es mayor en los días laborables, esta tendencia se invierte al promediar por el número de días (*Figuras 7.3 y 7.4*). Obviamente al ocupar el fin de semana sólo dos días frente a los 5 laborables, la suma global de avistamientos es mayor de lunes a viernes. Destacamos que el pico máximo en el caso de los avistamientos diarios promedios en fines de semana es mayor que en laborables, superando las 26 embarcaciones frente a las 21 embarcaciones en días laborables. En el caso de embarcaciones de 8 a 14 metros, en días laborables observamos que el máximo diario de embarcaciones fondeadas en el mes de julio y por el contrario, en fines de semana el pico se mantiene desde el mes de junio hasta el mes agosto. Por último, las embarcaciones de más de 14 metros, presentan una tendencia lineal y estable a lo largo de los meses evaluados. En líneas generales, en este conjunto de datos de fondeos en días laborables y fines de semana, lo que destaca la dominancia de fondeos de embarcaciones menores de 8 metros, seguido por embarcaciones de 8 a 14 metros y por último de embarcaciones mayores de 14 metros.

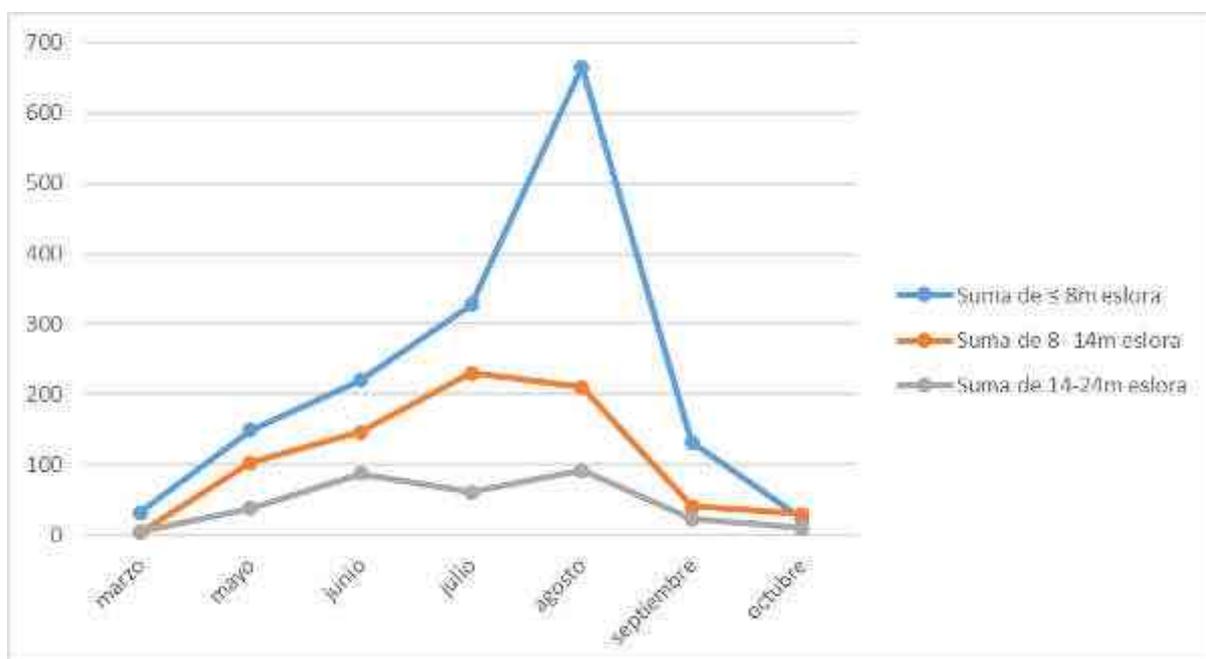


Figura 7.1. Número de embarcaciones que han fondeado en el litoral de Calvià en días laborables entre los meses de marzo y octubre de 2017, según su eslora.

Fuente: Inés Castejón.

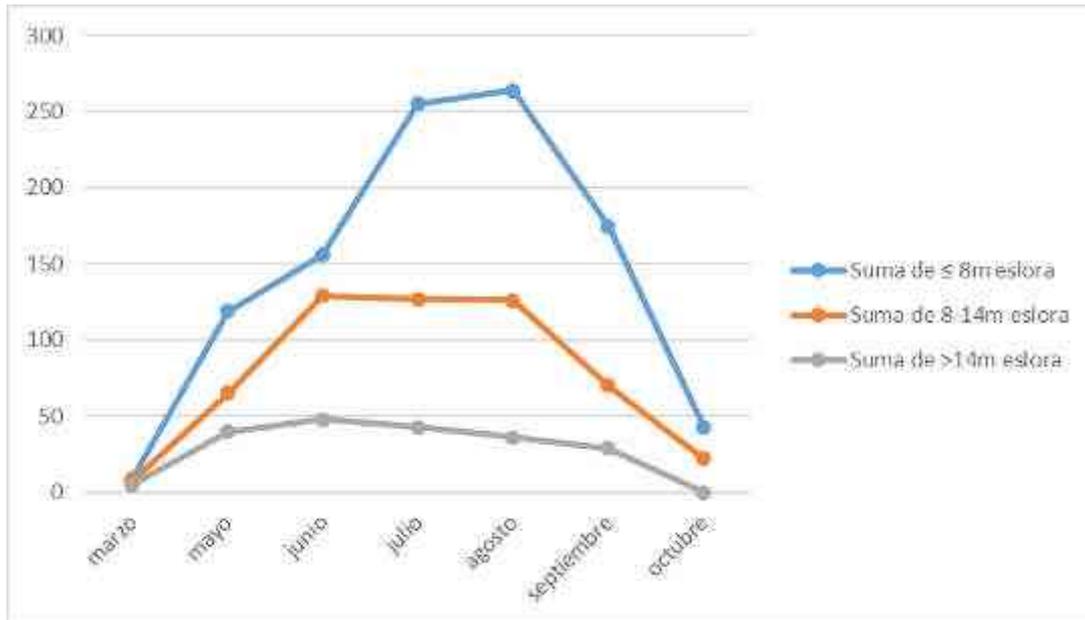


Figura 7.2. Número total de embarcaciones que han fondeado en el litoral de Calvià en fines de semana entre los meses de marzo y octubre de 2017, según su eslora.

Fuente: Inés Castejón.

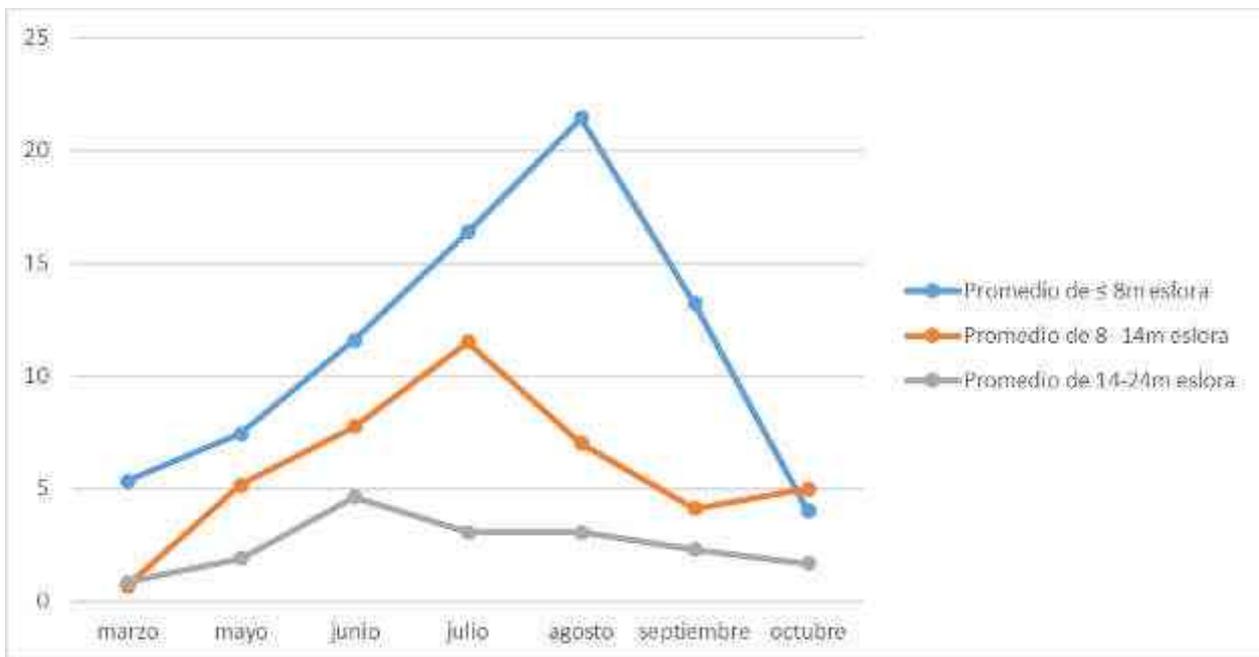


Figura 7.3. Promedio diario de embarcaciones fondeadas en días de diario en cada mes, según su eslora.

Fuente: Inés Castejón.

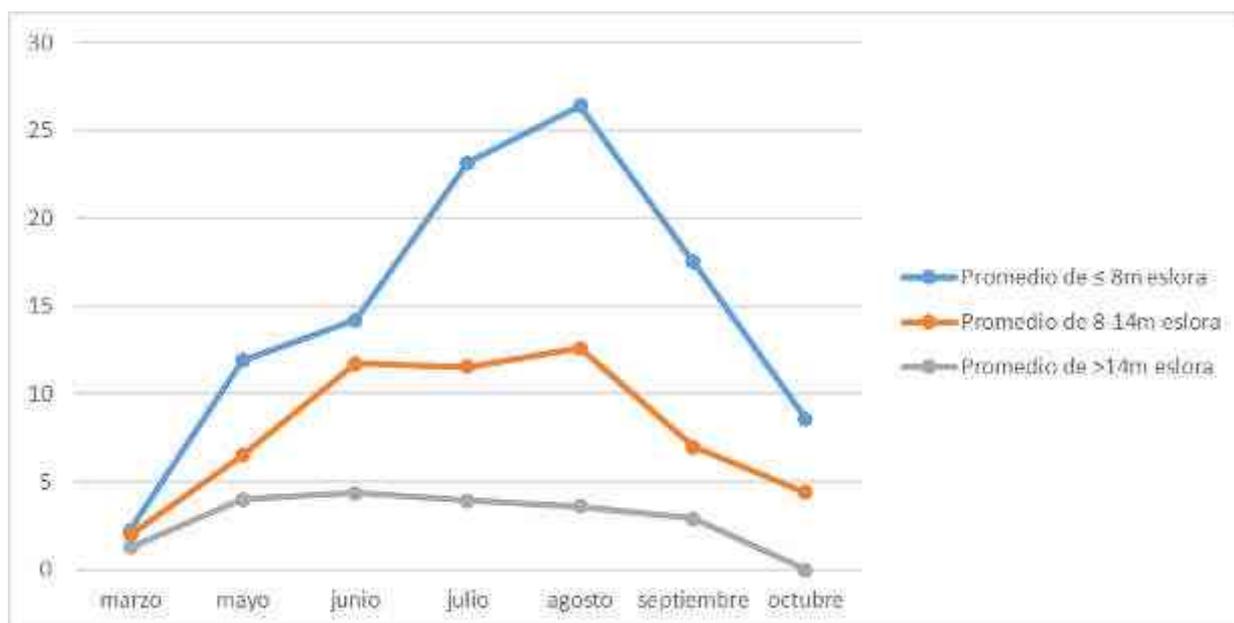


Figura 7.4. Promedio diario de embarcaciones fondeadas en fines de semana en cada mes, según su eslora.

Fuente: Inés Castejón.

Como queda expuesto en las Figuras 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4, los meses de julio y agosto son los que presentan mayor frecuencia de fondeo de embarcaciones. A continuación se muestran en las Figuras 7.5 y 7.6 los valores de estos meses en concreto, según la zona evaluada.

Los valores de los meses de julio y agosto muestran una gran variabilidad entre los emplazamientos evaluados, destacando la gran frecuencia de embarcaciones fondeadas en Santa Ponça en los días laborables y en Santa Ponça y Portals Vells en los fines de semana. En Portals Vells se observa un gran cambio entre los valores de días laborables y fines de semana, presentando una frecuencia de embarcaciones fondeadas mucho mayor durante el fin de semana.

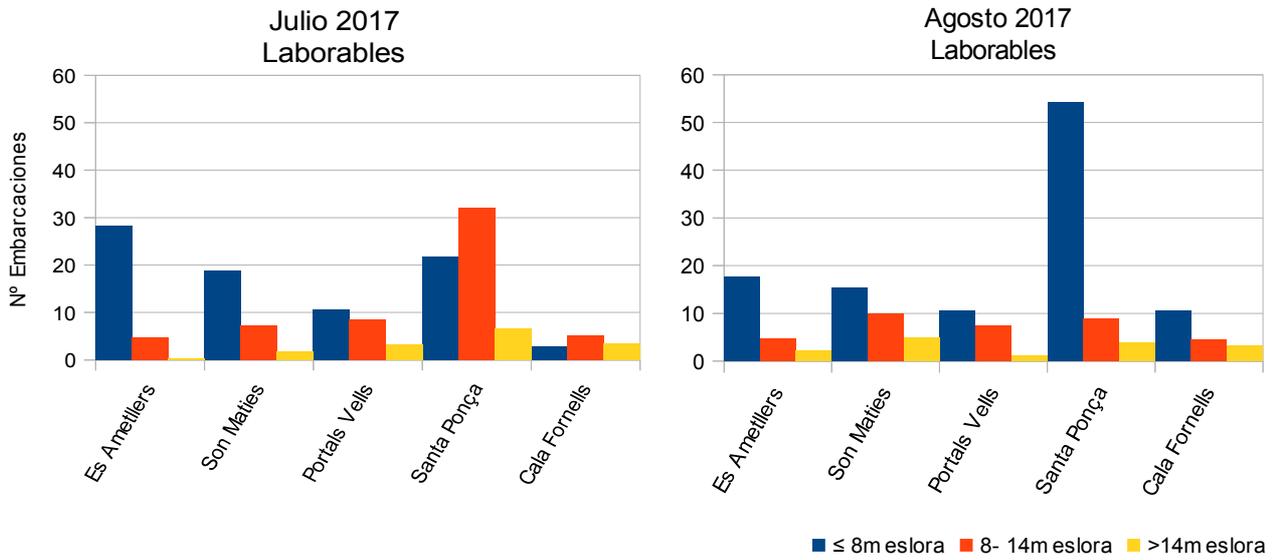


Figura 7.5. Promedio diario de embarcaciones fondeadas en días laborables en los emplazamientos evaluados en el mes de Julio y Agosto de 2017 según su eslora.

Fuente: Elaboración propia.

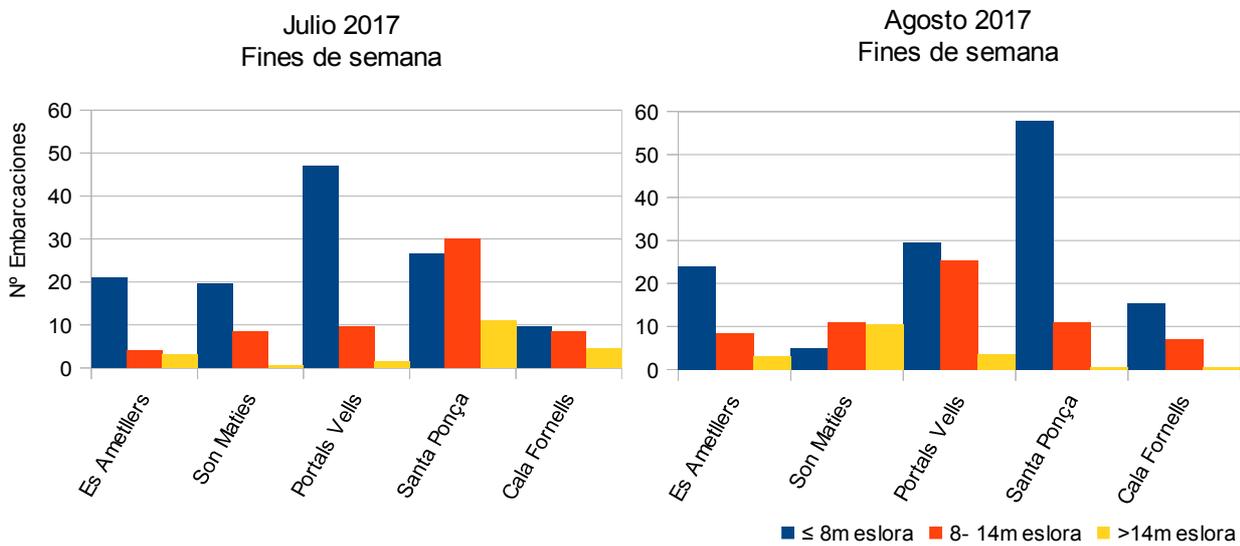


Figura 7.6. Embarcaciones fondeadas en fines de semana en los emplazamientos evaluados en el mes de Julio y Agosto de 2017.

Fuente: Elaboración propia.

Entre los datos de las Figuras 7.5 y 7.6 destaca la frecuencia de fondeos en Santa Ponça y Portals Vells. A la vista de estos resultados del total de calas muestreadas se seleccionan estos dos enclaves (Santa Ponça y Portals Vells) como zonas prioritarias para la regulación de los fondeos. A continuación se analizan en detalle los resultados de Santa Ponça y Portals Vells.

En las Figuras 7.7 y 7.8 quedan representados los valores observados de fondeo de embarcaciones (días laborables y fines de semana) en Santa Ponça y Portals Vells a lo largo de los meses de evaluación. La frecuencia de fondeo en Santa Ponça no varía de forma destacable entre los avistamientos en días laborables y fines de semana, a excepción de las embarcaciones de eslora entre 8 y 14 metros, que aumentan su frecuencia de fondeo durante los fines de semana entre los meses de mayo y septiembre. Las embarcaciones de eslora inferior o igual a 8 metros como se observa no presentan diferencias entre días laborables y fines de semana, presentando en los dos casos el pico de mayor frecuencia entre los meses de julio y septiembre. Por otro lado, en Portals Vells se observa un claro y destacable cambio entre la frecuencia de fondeo de los días laborables y fines de semana, mostrando una gran diferencia en la frecuencia de fondeo de todos los intervalos de eslora.

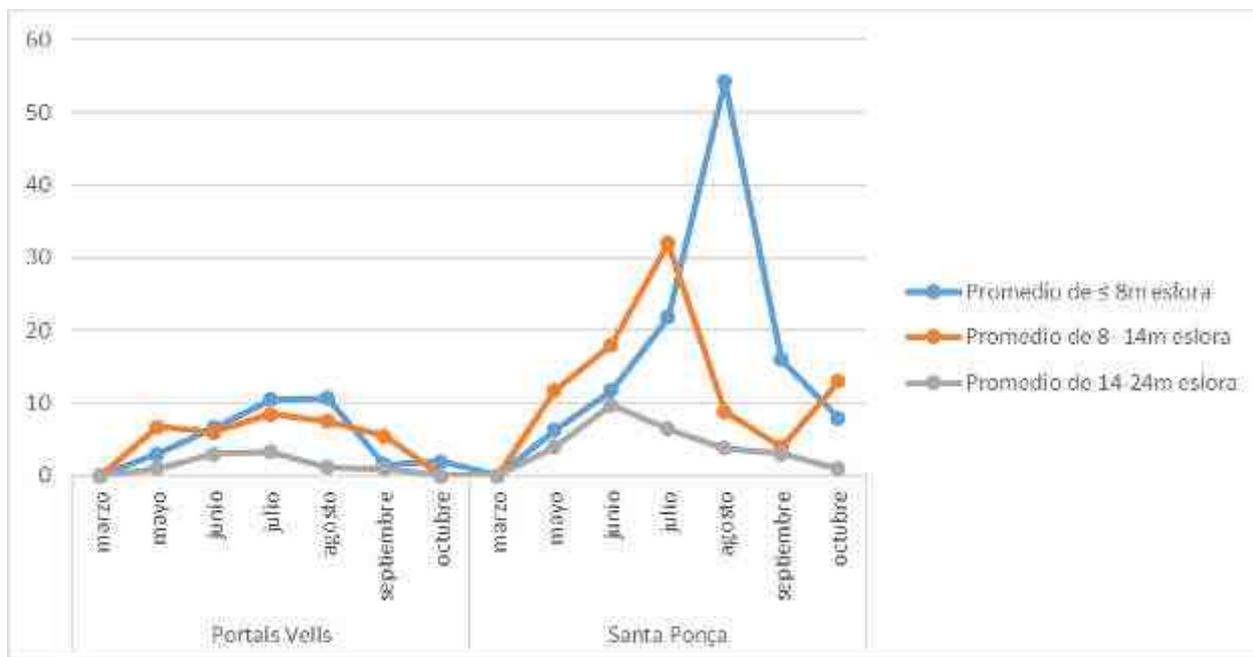


Figura 7.7. Promedio de embarcaciones fondeadas en Santa Ponça y Portals Vells en días laborables entre los meses de marzo y octubre de 2017.

Fuente: Inés Castejón.

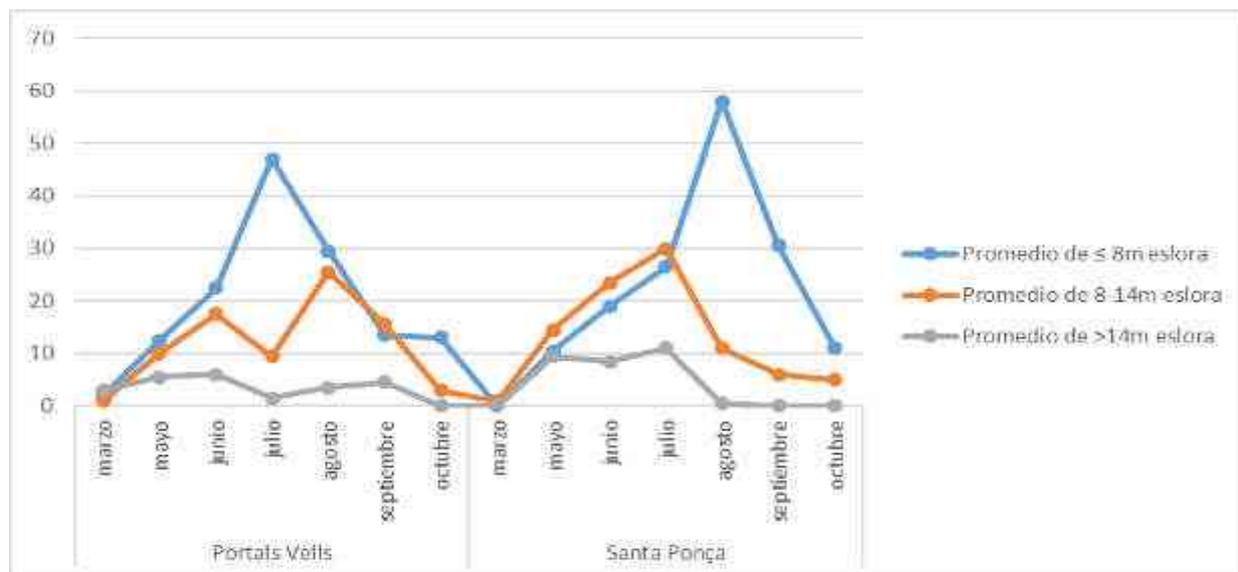


Figura 7.8. Promedio de embarcaciones fondeadas en Santa Ponça y Portals Vells en fines de semana entre los meses de marzo y octubre de 2017.

Fuente: Inés Castejón.

Finalmente en la Figura 7.9, se muestran los valores de frecuencia de fondeo en los diferentes emplazamientos teniendo en cuenta los meses evaluados. Se observa claramente como destaca una mayor frecuencia en el caso de Santa Ponça y Portals Vells.

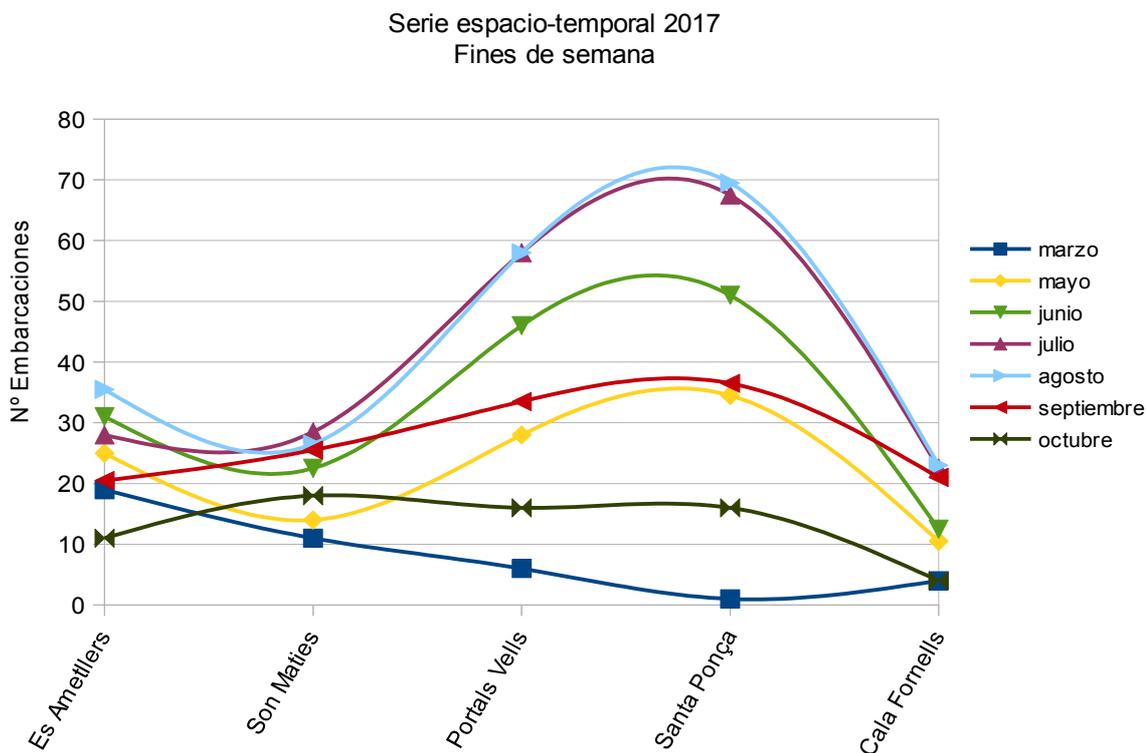


Figura 7.9. Serie espacio-temporal del fondeo de embarcaciones los fines de semana en los emplazamientos evaluados desde marzo a octubre de 2017.

Fuente. Elaboración propia.

7.2. Caracterización de las praderas de *Posidonia oceanica*

A continuación se presentan los valores obtenidos de los descriptores de *Posidonia oceanica* evaluados, así como también de la presencia de algas invasoras y de obstáculos en la zona evaluada, de cada estación (Figuras 7.10 y 7.11) siguiendo la metodología expuesta en el apartado 'Métodos'. Estos valores brindan una primera visión del estado en el que se encuentran las praderas de Posidonia en las zonas evaluadas del litoral de Calvià.

En las figuras 7.10 y 7.11 se muestran los mapas de los emplazamientos a estudiar, Santa Ponça y Portals Vells, con las estaciones asignadas para las mediciones de los descriptores propuestos para la evaluación del estado de la Posidonia.



Figura 7.10. Estaciones asignadas para la evaluación de las praderas de Posidonia en la cala de Santa Ponça.

Fuente: Elaboración propia.

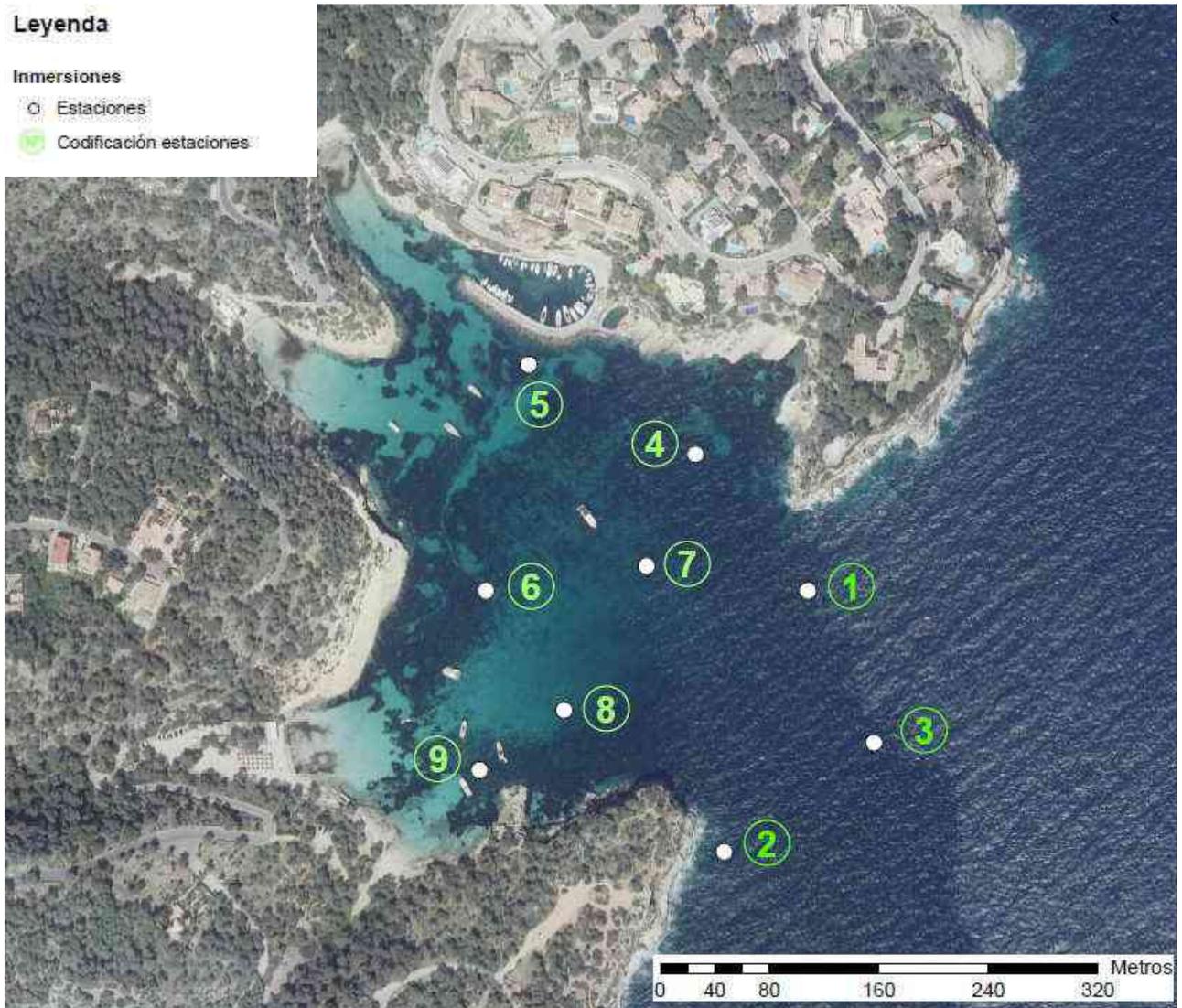


Figura 7.11. Estaciones para la evaluación de las praderas de Posidonia en la cala de Portals Vells.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.1. Santa Ponça

En Santa Ponça previamente se realizó un estudio ambiental por parte de Red Eléctrica España a raíz del cableado submarino que une Santa Ponça con la península y Talamanca (Ibiza). Esta primera toma de datos que se llevó a cabo en la bahía de Santa Ponça, nos ha permitido partir de una base batimétrica (Figura 7.12) y cartográfica (Figura 7.13) muy detallada. Y así, junto con los datos recopilados en el presente estudio, poder aumentar el conocimiento acerca del estado de las praderas de Posidonia en esta zona del litoral.

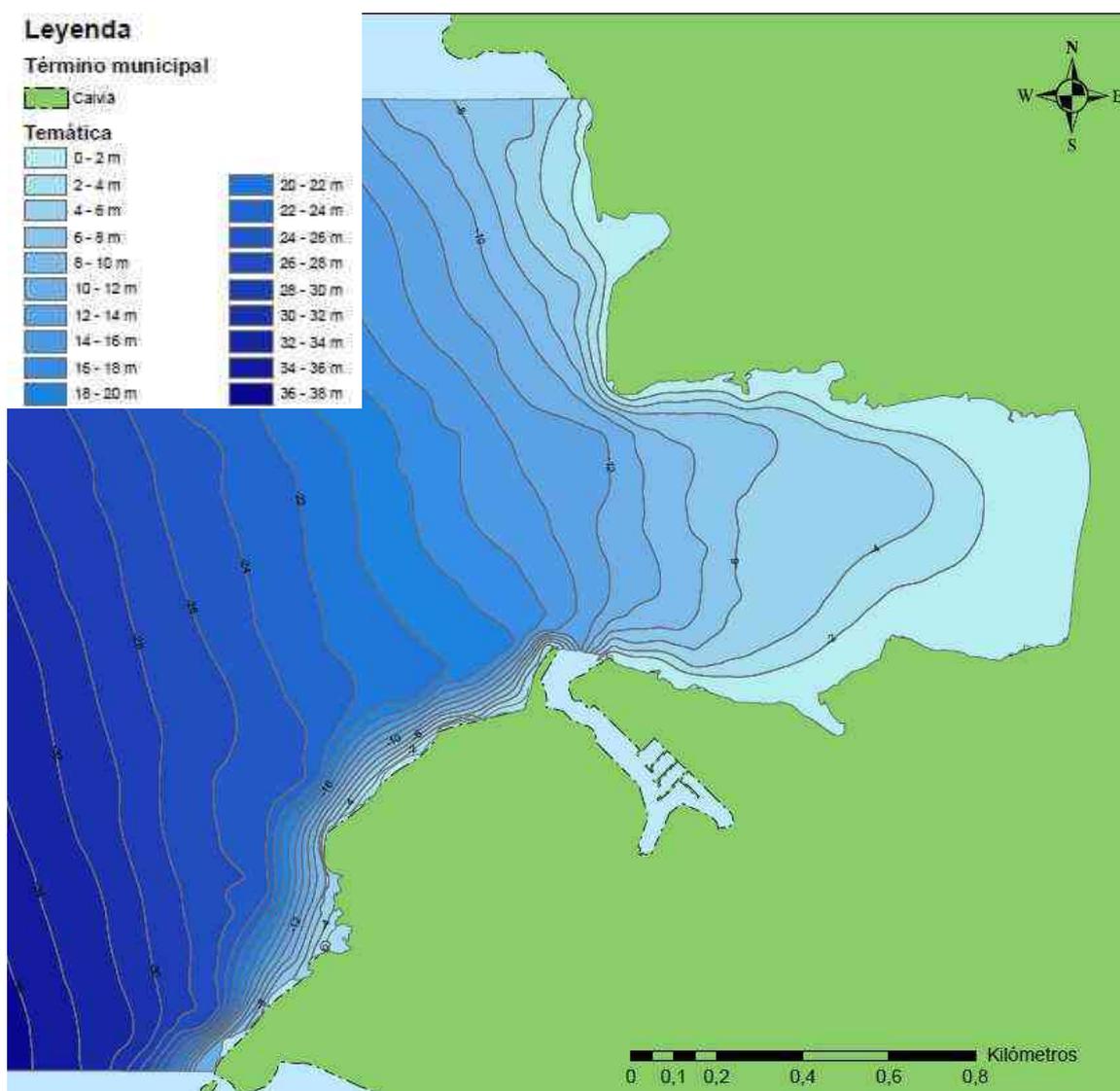


Figura 7.12. Batimetría del litoral de Santa Ponça.

Fuente: Elaboración propia con datos de Red Eléctrica España.

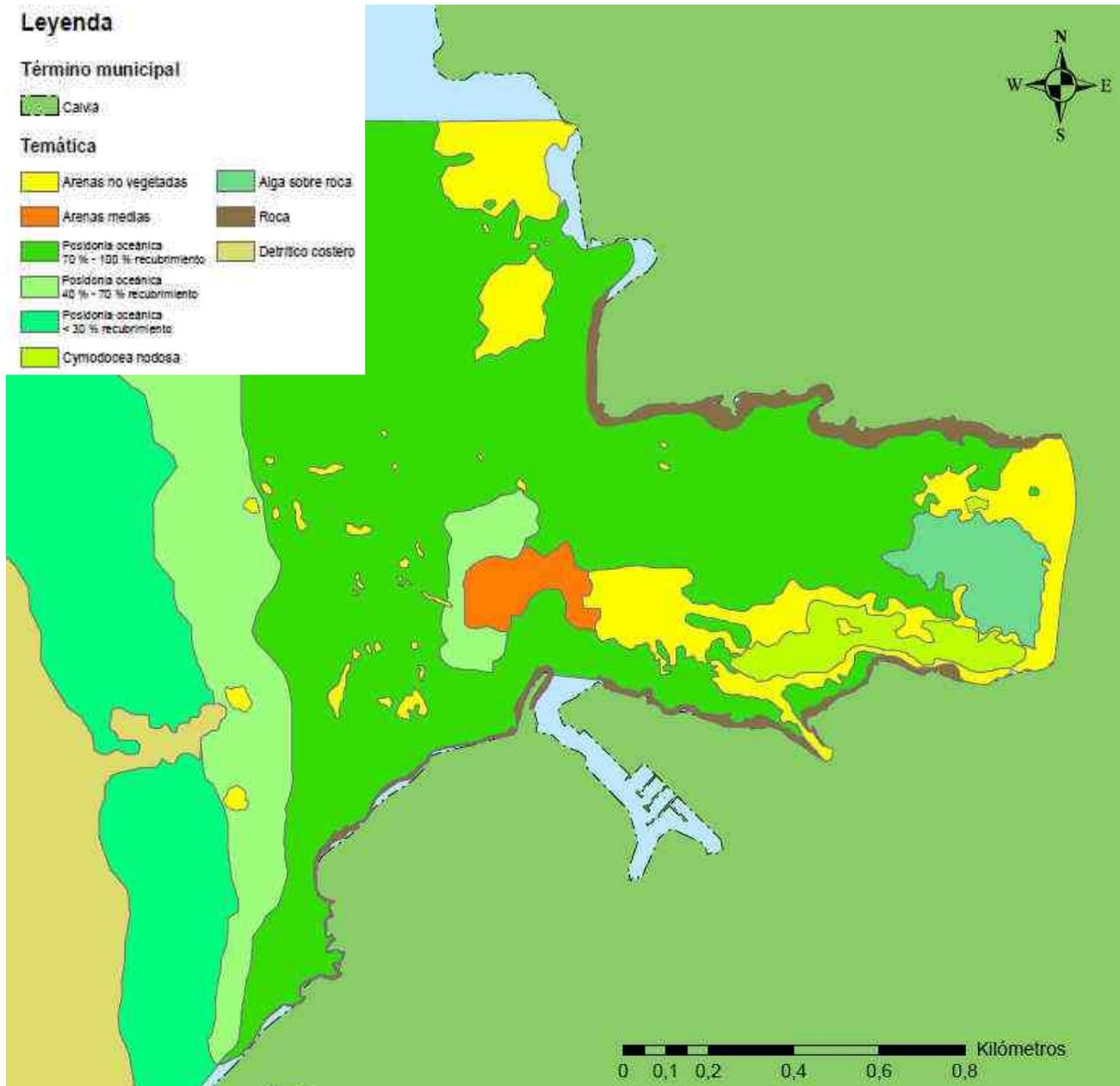


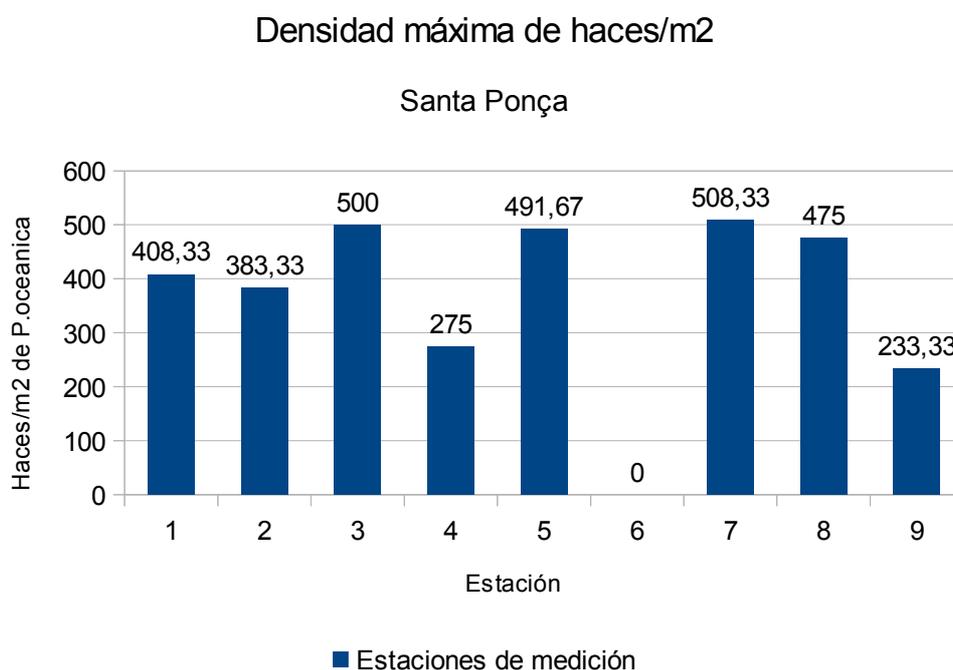
Figura 7.13. Cartografía de litoral de Santa Ponça.

Fuente: Elaboración propia con datos de Red Eléctrica España.

7.2.1.1. Densidad de haces de la pradera de *Posidonia oceanica*

La densidad de haces es un buen descriptor del estado de las praderas de esta fanerógama marina. Se han representado gráficamente en la *Figura 7.14* los valores de densidad de haces de la pradera de Santa Ponça para cada una de las estaciones.

A lo largo de las estaciones los valores de densidad varían, $233,33 \pm 44,10$ haces/m² es el valor más bajo y corresponde a la estación 9 situada en la costa este de la bahía de Santa Ponça y cercana a la bocana del puerto (*Figura 7.10*). Por otro lado, el valor más elevado es de $508,33 \pm 79,49$ que corresponde a la estación 7, situada también al este de la bahía de Santa Ponça (*Figura 7.10*). El resto de estaciones están centradas entre este máximo y mínimo presentando unos valores similares, es decir, el rango de valores es estrecho (*Figura 7.12*). En cuanto a la estación 6, presenta un valor nulo de haces/m² de *Posidonia*, esto es debido a que en esta zona no hay presencia de *Posidonia*, sino de una pradera de *Cymodocea nodosa* como ya se había cartografiado en el proyecto de Red Eléctrica España.



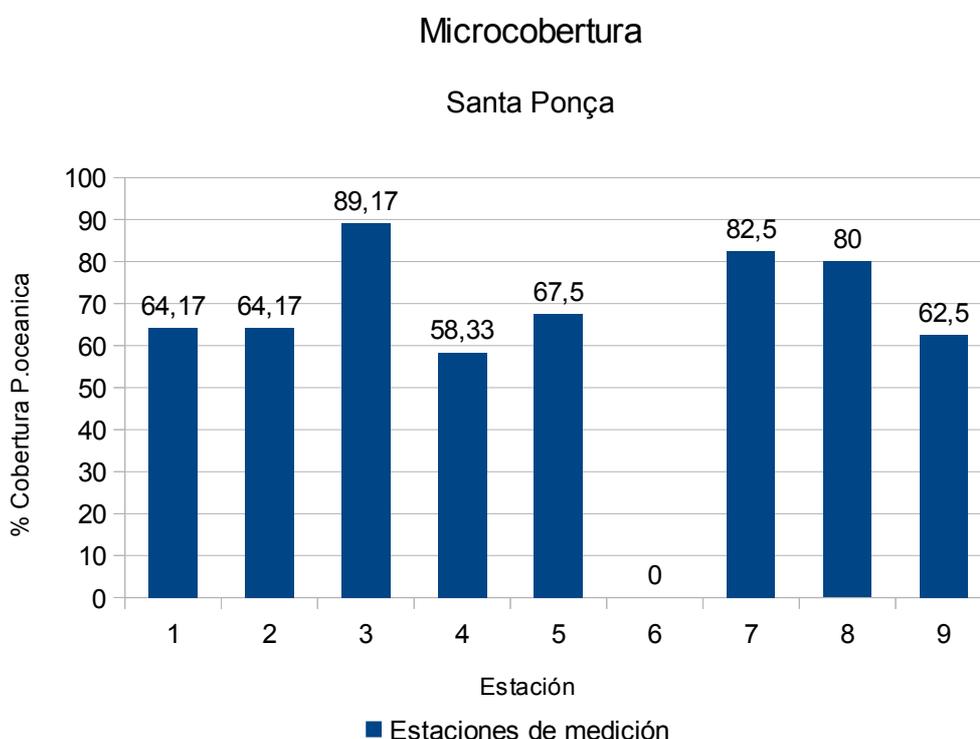
*Figura 7.14. Valores del descriptor de densidad (haces/m² ± error típico) de *Posidonia oceanica* a lo largo de las estaciones de evaluación en Santa Ponça.*

Fuente: Elaboración propia.

7.2.1.2. Microcobertura de la pradera de *Posidonia oceanica*

La microcobertura se expresa en %, es un descriptor que también se ha analizado en todas las estaciones y que permite evaluar a pequeña escala la cobertura de la pradera. Los datos obtenidos se han representado gráficamente en la *Figura 7.15*.

Los valores muestran variabilidad a lo largo de las estaciones, siendo estrecho el rango de variación. El porcentaje obtenido más bajo y el más alto, corresponde a las estaciones 4 y 3 con los valores de $58,33 \pm 8,86\%$ y $89,16 \pm 2,59\%$ respectivamente. De la misma manera que se ha comentado con el descriptor de densidad, los niveles de la estación 6 son nulos ya que no hay presencia de *Posidonia oceanica*, sino de *Cymodocea nodosa*.

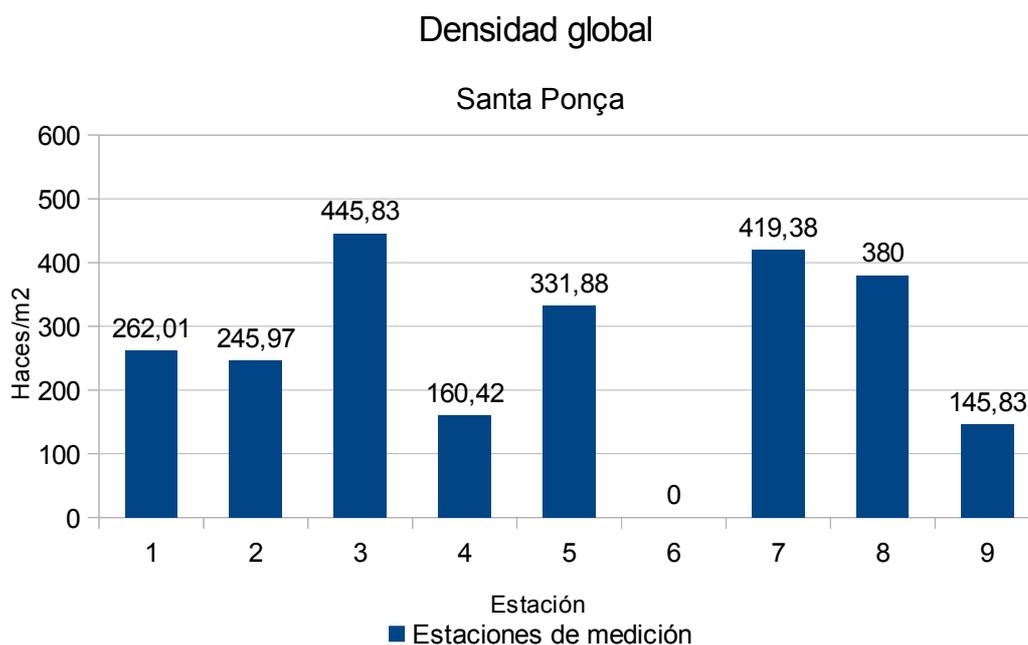


*Figura 7.15. Valores del descriptor de microcobertura (% \pm error típico) de *Posidonia oceanica* a lo largo de las estaciones de evaluación en Santa Ponça.*

Fuente: Elaboración propia.

7.2.1.3. Densidad global de la pradera de *Posidonia oceanica*

Se han calculado los valores de densidad global a partir de los valores de densidad máxima de haces/m² y microcobertura presentados en los apartados anteriores. Como ocurre con el resto de descriptores, los valores de densidad global reflejan la variabilidad de la pradera en cada estación. A la vista de los resultados presentados (*Figura 7.16*) se observa que en Santa Ponça aparece un mínimo de 145,83 haces/m² y un máximo de 445,83 haces/m² en las estaciones 9 y 3 respectivamente.



*Figura 7.16. Valores de densidad global (haces/m²), calculados a partir de los descriptores de densidad máxima y microcobertura de las praderas de *Posidonia oceanica* a lo largo de las estaciones de evaluación en Santa Ponça.*

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente comparamos los presentes datos de densidad global (Figura 7.14) con los datos de referencia de densidad global según la profundidad (Tabla 7.1) (Pergent et al., 1995) que determina su estado de conservación.

Profundidad	Desfavorable - malo -	Desfavorable - inadecuado-	Favorable	
	Muy baja	Baja	Normal	Alta
1	< 822	822 - 934	934 - 1158	> 1158
5	< 413	413 - 525	525 - 749	> 749
10	< 237	237 - 349	349 - 573	> 573
15	< 134	134 - 246	246 - 470	> 470

Tabla 7.1. Clasificación de densidad global (haces/m²) de la pradera según su profundidad.

Fuente: Extraído de Pergent et al., 1995.

Las estaciones evaluadas en Santa Ponça y según la batimetría de la que disponemos, se encuentran entre cotas de 2 a 15 metros. Las estaciones 1, 2 y 3 están dentro de la cota de 15 metros de profundidad, con lo cual, comparando con los datos de densidad, se observa que en estas zonas las praderas se encuentran en estado favorable. Por lo que respecta a las estaciones 4 y 9 que se encuentran en la cota 10, podemos comparar con los valores de referencia y ver que para esta profundidad, los valores de densidad global son muy bajos, y por tanto las praderas de estas estaciones se clasifican como desfavorable-malo. Por último las estaciones 5, 6, 7 y 8 se encuentran entre las cotas de 4 y 8 metros de profundidad y como se puede observar, sus valores son bajos comparado con los de referencia, clasificándose en desfavorable-inadecuado.

7.2.1.4. Cobertura lineal en pradera de *Posidonia oceanica*.

A partir de los datos resultantes en la medición del descriptor de cobertura lineal, se puede representar el porcentaje de hábitat que ocupa el sustrato. En las diferentes estaciones se han podido observar hábitats de arena, roca, pradera de *Posidonia oceanica* y también pradera de *Cymodocea nodosa* (otra especie de fanerógama marina muy predominante en aguas del Mediterráneo).

En las estaciones de Santa Ponça, en términos generales, la cobertura de pradera de *Posidonia* predomina frente a los otros hábitats, a excepción de la estación 6 donde el mayor porcentaje de cobertura pertenece a la especie de fanerógama marina *Cymodocea nodosa* (Figura 7.15 y 7.16).

Los valores mínimos de cobertura lineal de Posidonia en esta zona aparecen en la estación 1 y 2 con unos valores de 38 y 49% respectivamente y los valores máximos, se encuentran en las estaciones 8 y 9 con un porcentaje de 75 y 79% respectivamente (Figura 7.17 y 7.19). En el caso de la otra fanerógama marina presente en el estudio, *Cymodocea nodosa*, sólo se haya en la estación 6 alcanzando una cobertura del 45%.

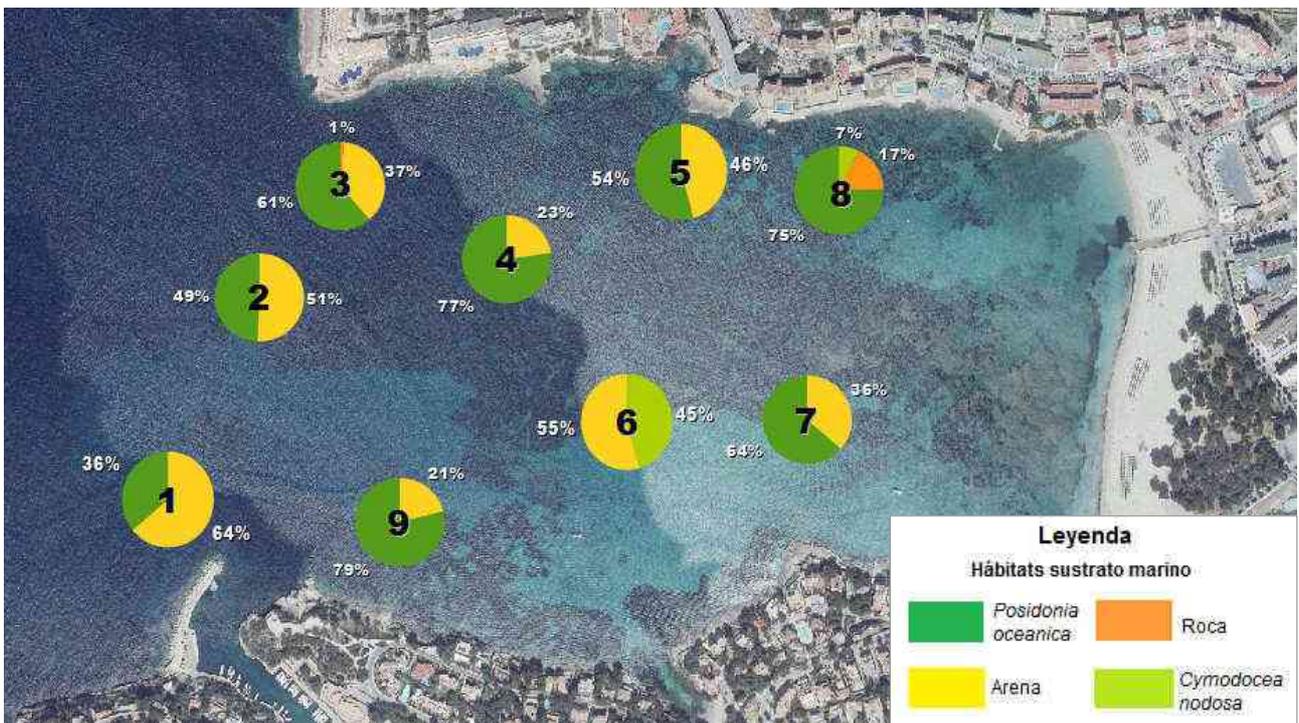


Figura 7.17. Porcentaje del descriptor de cobertura de los diferentes hábitats presentes en la cala de Santa Ponça.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 7.18. Comunidad de *Cymodocea nodosa* en la estación 6 de medición.

Fuente: Palma Diving.



Figura 7.19. Cobertura lineal de la estación 8 de medición, donde se han encontrado junto con la estación 9 los mayores porcentajes de cobertura de *Posidonia oceanica* de las estaciones de medición evaluadas.

Fuente: Palma Diving.

7.2.1.5. Presencia de algas invasoras y obstáculos en los alrededores de las estaciones evaluadas.

No se ha podido observar en ninguna de las estaciones evaluadas, la presencia de algas invasoras. Para ampliar los datos, se ha recurrido a la plataforma web de *Observadores del Mar*, donde cualquier ciudadano puede añadir un registro de avistamiento de especie (comprobado por un científico), aunque en este caso, en Santa Ponça, tampoco hay ningún registro de avistamiento de algas invasoras.

Por lo que respecta a obstáculos encontrados en los alrededores de las estaciones de medición, destaca la observación de muertos de hormigón, posados sobre el fondo, en las zonas más cercanas al litoral. Además, en los alrededores de la estación 1, encontramos el emisario submarino, alrededor del cual se observa la presencia de tubos, redes y demás sobre el fondo y que no tienen utilidad. Por las observaciones realizadas, creemos necesaria una evaluación físico-química de esta zona haciendo referencia al emisario ya que se pudo observar mayor turbidez del agua y el aumento de epífitos sobre el hábitat de esta zona.



Figura 7.20. Residuos encontrados en los alrededores de la estación 1 de medición en Santa Ponça.

Fuente: María Arcos. Apnea Mallorca.

7.2.2. Portals Vells

En Portals Vells a diferencia de Santa Ponça, no existe ninguna batimetría ni cartografía detallada. Gracias a este proyecto y con los datos obtenidos en el presente estudio, se puede mostrar una primera visión del estado de la pradera de Posidonia y la presencia de hábitats en el sustrato de esta zona del litoral. Tener esta primera visión es de vital importancia ya que se trata de una zona anexa a Cala Figuera, catalogada como zona LIC (Lugar de Interés Comunitario) y que por tanto es una zona de alto valor ecológico.

7.2.2.1. Densidad de haces de la pradera de *Posidonia oceanica*

En Portals Vells también se ha utilizado el descriptor de densidad máxima de haces/m² para obtener datos de densidad de la pradera. Quedan representados gráficamente los datos en la *Figura 7.9*, donde existe un máximo de haces/m² de Posidonia de 441,66±36,32 y 441,66±58,33 en las estaciones 4 y 5, estaciones situadas al este de la cala. En cambio, el valor más bajo que se encuentra es de 250±108,97 haces/m², se trata de la estación 2 situada en la zona externa de la cala (*Figura 7.21*). A pesar de estas variaciones, se puede observar como de forma general aparecen valores muy parecidos de densidad de haces a lo largo de las estaciones estudiadas.

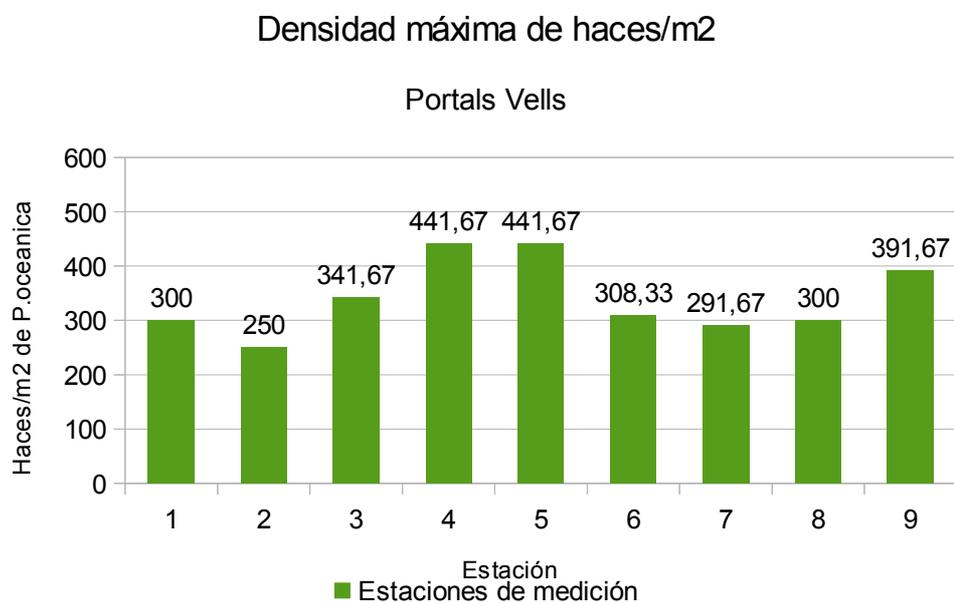
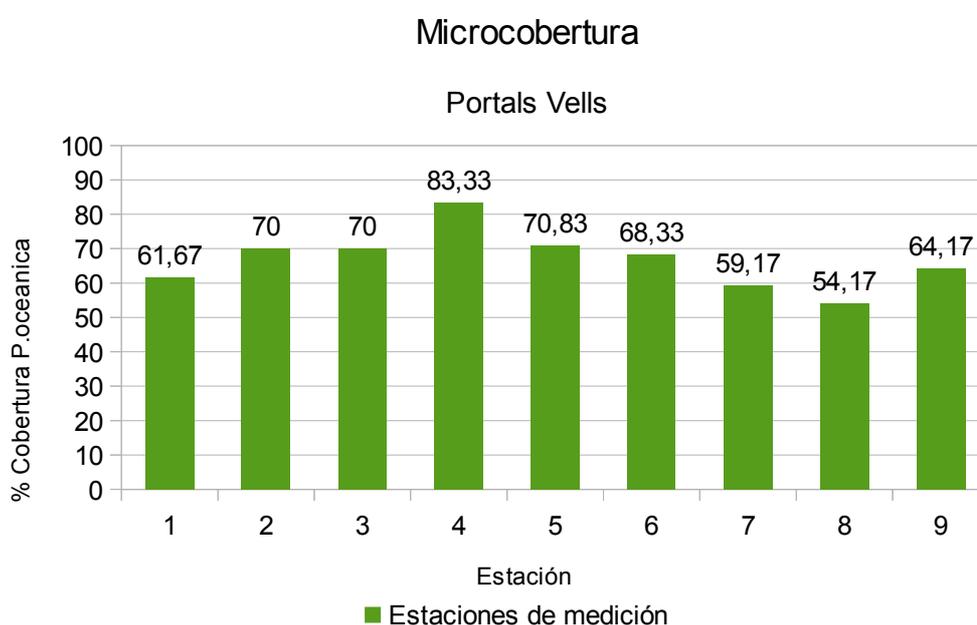


Figura 7.21. Valores del descriptor de densidad de (haces/m²± error típico) de Posidonia oceanica a lo largo de las estaciones de evaluación en Portals Vells.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.2.2. Microcobertura en la pradera de *Posidonia oceanica*

En Portals Vells, de la misma manera que en Santa Ponça, se ha utilizado el descriptor de microcobertura en cada estación para evaluar la cobertura a pequeña escala de la pradera. Los valores obtenidos para cada estación se representan en porcentaje en la *Figura 7.22*. Los valores obtenidos no presentan gran variación entre estaciones, los valores son muy similares. El porcentaje menor es de $54,16 \pm 6,56\%$ y pertenece a la estación 8, situada en la zona sur de la cala. Por otro lado, el valor más elevado es de $83,33 \pm 3,33\%$ y pertenece a la estación 4, situada en la zona norte de la cala (*Figura 7.11*).



*Figura 7.22. Valores del descriptor de microcobertura (% \pm error típico) de *Posidonia oceanica* a lo largo de las estaciones de evaluación en Portals Vells.*

Fuente: Elaboración propia.

7.2.2.3. Densidad global en la pradera de *Posidonia oceanica*

Se han calculado los valores de Densidad Global a partir de los valores de densidad máxima de haces/m² y microcobertura presentados en los apartados anteriores. Los valores de densidad global reflejan la variabilidad de la pradera en cada estación. A la vista de los resultados presentados (*Figura 7.23*) en Portals Vells, el máximo es de 368,05 haces/m² (estación 4) y el mínimo es de 162,5 haces/m² (estación 8).

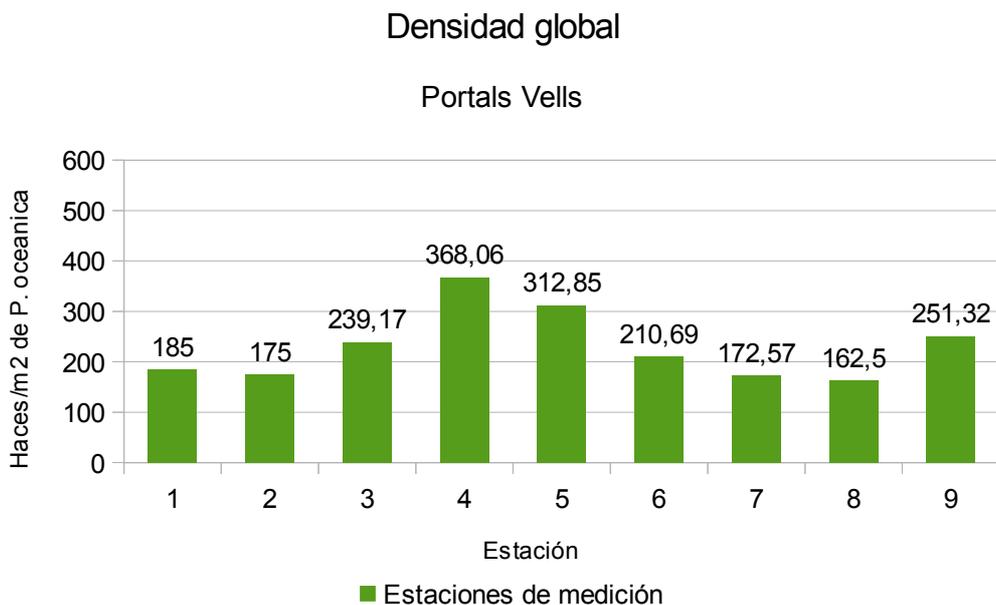


Figura 7.23. Valores de densidad global (haces/m²), calculados a partir de los descriptores de densidad máxima y microcobertura de las praderas de Posidonia oceanica a lo largo de las estaciones de evaluación en Portals Vells.

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, y de la misma manera que en Santa Ponça, se van a comparar los valores de densidad global obtenidos en cada estación con los valores de referencia de densidad global según la profundidad (Tabla 7.2) (Pergent et al., 1995).

Profundidad	Desfavorable - malo -	Desfavorable - inadecuado-	Favorable	
	Muy baja	Baja	Normal	Alta
1	< 822	822 - 934	934 - 1158	> 1158
5	< 413	413 - 525	525 - 749	> 749
10	< 237	237 - 349	349 - 573	> 573
15	< 134	134 - 246	246 - 470	> 470

Tabla 7.2. Clasificación de densidad global (haces/m²) de la pradera según su profundidad.

Fuente: Extraído de Pergent et al., 1995.

De Portals Vells, no disponemos de datos batimétricos, pero por los datos que se disponen de las inmersiones realizadas en el presente proyecto, las estaciones 1, 2 y 3 estarían en la cota de 10

metros, y el resto de estaciones estarían por debajo de los 10 metros. Si se comparan los valores obtenidos de densidad global en las estaciones de Portals Vells con los datos de referencia, se puede comprobar que para estas profundidades, los valores de densidad global son muy bajos para todas las estaciones. Se puede llegar a la conclusión junto con los datos de referencia, que las praderas de las estaciones evaluadas en Portals Vells se encuentran en un estado de conservación desfavorable-malo.

7.2.2.4. Cobertura lineal en pradera de *Posidonia oceanica*.

Como previamente se ha expuesto, la cobertura lineal se representa como el porcentaje de hábitat que ocupa el sustrato. En Portals Vells, por los datos obtenidos, se aprecia la presencia de hábitats de pradera de *Posidonia*, mata muerta de *Posidonia* y comunidades de arena (*Figura 7.21*).

Se ha podido comprobar que las estaciones de referencia 1, 2 y 3, junto con la estación 4 de medición (escollera), son las que mayor porcentaje de cobertura de *Posidonia* presentan, concretamente con un valor de 75% de recubrimiento. Por otro lado, en la zona central-oeste de la cala (estaciones 6, 7 y 8), se observa un aumento de la comunidad de arenas con la aparición de zonas dentro de la pradera de mata muerta de *Posidonia* (*Figura 7.24*). La mata muerta de *Posidonia*, se trata de una comunidad que se instala en los tramos donde, por muerte de la pradera de *Posidonia*, las hojas han desaparecido y sólo quedan los rizomas insertados en el sustrato. En mayor o menor proporción, esta aparición siempre va asociada a impacto antrópico. En la estación 7 además se ha podido observar una pequeña comunidad de la especie de alga verde, *Caulerpa prolifera*, que suele encontrarse en fondos blandos y cercana a la *Posidonia* (*Figura 7.25*). Por último, en la estación 9 también se ha podido observar un aumento de la comunidad de arenas, que deja la pradera de *Posidonia* en pequeñas agrupaciones aisladas.

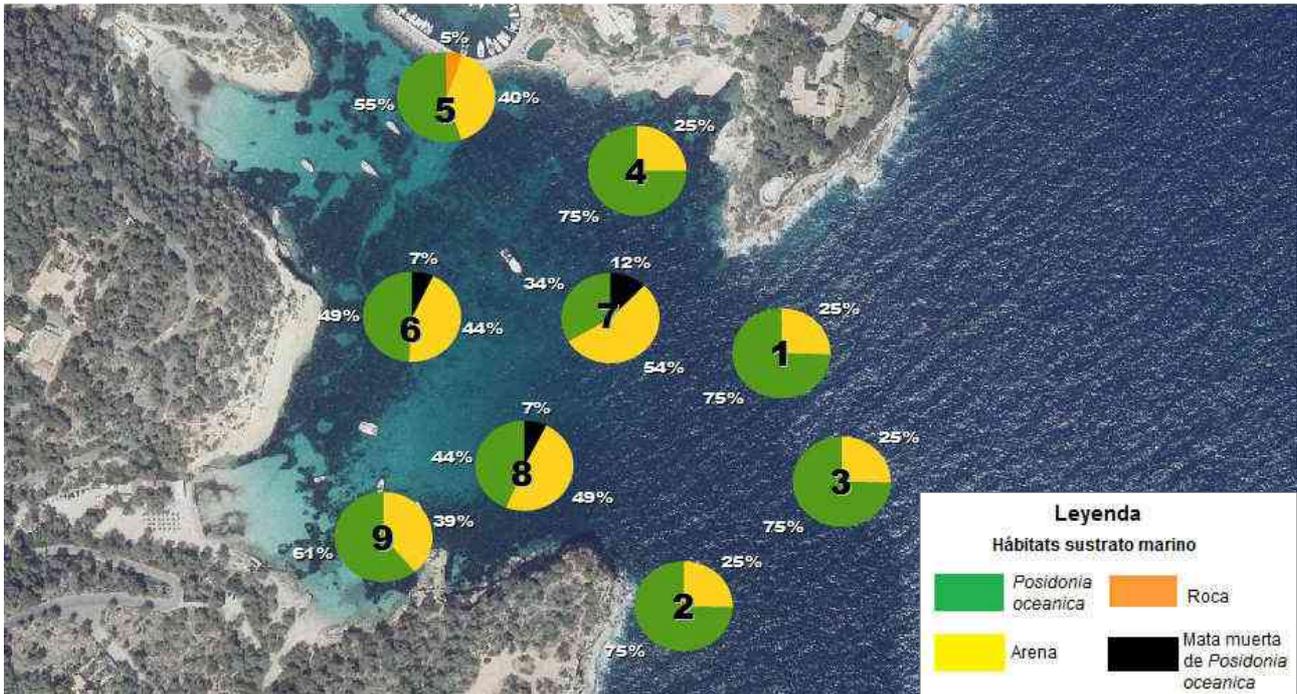


Figura 7.24. Porcentaje del descriptor de cobertura de los diferentes hábitats presentes en la cala de Portals Vells.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 7.25. Pequeña comunidad del alga verde, Caulerpa prolifera, entre la pradera de Posidonia oceanica.

Fuente: María Arcos. Apnea Mallorca.

7.2.2.5. Presencia de algas invasoras y obstáculos en los alrededores de las estaciones evaluadas.

De la misma manera que en Santa Ponça, en Portals Vells tampoco se ha podido observar en ninguna de las estaciones evaluadas, la presencia de algas invasoras. En la plataforma *Observadores del Mar*, comentado anteriormente, sí que se ha podido contar con un registro en Portals Vells de este verano, en el mes de julio, de una especie de alga invasora llamada *Halimeda incrassata* (Figura 7.26). Se trata de un alga verde invasora que suele observarse en algunos puntos de las islas en los meses de verano, aunque hace poco, según testimonio del IMEDEA, se observó un ejemplar en Cabrera durante el invierno, recubierto por otras algas. La posición geográfica de este avistamiento, es cercana a la estación 9 evaluada en el presente estudio.



Figura 7.26. Especie de alga invasora, *Halimeda incrassata*, observada en Portals Vells día 17/07/2016.

Fuente: Plataforma web Observadors del Mar. Foto realizada por el usuario Xavier Más Ferrà.

En cuanto a obstáculos observados en los alrededores de las estaciones de evaluación, no se han observado muertos de hormigón, a diferencia de Santa Ponça, pero sí que se ha podido observar que hay bastante basura en el fondo. Durante las mediciones de densidad, microcobertura y cobertura de las praderas de Posidonia, se han podido observar muchas botellas de cristal y latas enterradas y posadas entre las hojas de Posidonia. Debido a ello, el Ayuntamiento en el mes de Noviembre de este año, 2017 tiene previsto realizar una limpieza de fondo. Además de estas

observaciones, en unas de las estaciones de Portals Vells, concretamente las estaciones 7 y 9, se fotografiaron, una cadena de un ancla fondeada que estaba posada sobre la Posidonia (*Figura 7.27*) y un ancla de una embarcación fondeada sobre Posidonia (*Figura 7.28*).



Figura 7.27. Cadena de una embarcación fondeada sobre la pradera de Posidonia.

Fuente: Palma Diving.



Figura 7.28. Ancla de embarcación fondeada sobre Posidonia.

Fuente: María Arcos. Apnea Mallorca.

7.3. Interpretación de los resultados

En primer lugar hay que tener en cuenta que la presión ejercida sobre el fondo marino por parte de las embarcaciones fondeadas tiene efectos nocivos sobre la ecología y biodiversidad de las praderas de *Posidonia oceanica* (Charton et al., 1993; Boudouresque et al., 1995; Francour et al., 1999; Milazzo et al., 2004; Ganteaume et al., 2005; Hendriks et al., 2013; Morell et al., 2013). Existen otros tipos de comunidades bentónicas que pueden verse seriamente afectadas por el “arado” de las anclas de las embarcaciones fondeadas (Blackhurst & Cole, 2000; Windmer & Underwood, 2004); sin embargo la lentitud de su crecimiento y recuperación hacen que los efectos del fondeo sobre las praderas de Posidonia sean especialmente difíciles de revertir y la regulación del impacto por fondeos especialmente necesaria.

Las fanerógamas marinas, como ya se ha introducido en el presente proyecto, debido a sus requerimientos de luz y calidad de sedimento, son sistemas muy sensibles a cambios asociados a la degradación de su hábitat natural (Montefalcone et al., 2010). Su localización en zonas costeras, las hace especialmente sensibles a impactos de origen antrópico, que conlleva frecuentemente la pérdida y fragmentación del hábitat (Tanner, 2005). Hay evidencias de que praderas que sufren procesos regresivos, son más fácilmente invadidas por otros macrófitos (invasores o no) que praderas sanas (Occhipinti, 2007). Así pues en este proyecto nos hemos interesado en la propia evaluación del estado de las praderas de Posidonia en dos localizaciones del litoral de Calvià, que por su orografía resguardada actúan tradicionalmente como fondeaderos naturales. Así como también, en la evaluación de la presión de fondeo, con la que se ha podido cuantificar de forma directa la presión ejercida por las embarcaciones fondeadas.

Gracias a los resultados obtenidos del recuento de embarcaciones, en el presente estudio se ha podido constatar la estacionalidad generalizada del fondeo de embarcaciones en las costas de Calvià (*Figuras 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4*), presentando un aumento de la frecuencia de fondeo de embarcaciones entre los meses de junio y septiembre, es decir, cuando las condiciones climáticas son óptimas. El modelo turístico implantado en Mallorca tiene un elevado grado de dependencia con el clima, con lo cual, su viabilidad en el tiempo vendrá condicionada por los posibles cambios en las condiciones climáticas y su valoración social. Esta dependencia o independencia que tienen las actividades turísticas respecto al clima, es la que define en gran medida su temporalidad a lo largo del año. Cabe decir que según el estudio de Coll y Seguí en el 2013, parece ser que el turismo náutico (incluye residentes y no residentes), a pesar de tener su máximo en los meses de verano, apunta hacia una tendencia de aumento en temporada media y baja. Esta

desestacionalización prolongaría la temporada alta y con ella el aumento de la presión de fondeo de embarcaciones. Este concepto es imprescindible que se tenga en cuenta en los planes de gestión y regulación.

Más concretamente, los emplazamientos de Santa Ponça y Portals Vells destacan por ser los que más frecuencia de embarcaciones fondeadas presentan, coincidiendo en ser los emplazamientos en los que se ha evaluado el estado de las praderas de Posidonia. Es importante destacar que en el caso de Santa Ponça, en los meses mencionados como de mayor frecuencia de fondeo, es más frecuente avistar fondeos de pernocta que en Portals Vells y los valores de los avistamientos son similares a lo largo de la semana. En cambio, en Portals Vells los avistamientos de pernocta han sido muy reducidos y sí que se puede observar que los fines de semana los valores de embarcaciones fondeadas son muy elevados debido a su carácter turístico.

Por lo que respecta a la evaluación del estado de las praderas de Posidonia, los descriptores que se han seleccionado (densidad y cobertura) se caracterizan por ser buenos descriptores locales de la estructura de este tipo de hábitat e indicadores de su estado de salud, ya que son sensibles a cambios ambientales que afectan a la pradera.

Distinguimos entre densidad máxima de haces, número de haces por metro cuadrado cuando la pradera tiene un 100% de cobertura (dependiendo de la separación media entre haces y disminuye con la profundidad) y densidad global de la pradera, que se calcula combinando esa densidad máxima y la microcobertura de la pradera. La densidad de haces (máxima y global) es el descriptor de abundancia de Posidonia que mejor reacciona a los cambios de las condiciones del agua, como atestigua la disminución exponencial con la profundidad y la luz incidente (Pergent et al., 1995). Gracias a esta interrelación entre densidad y profundidad, en el presente estudio se han podido relacionar los valores obtenidos de densidad global de la pradera con valores de referencia según la profundidad (Pergent et al., 1995). Estos valores de referencia están clasificados en diferentes estados de conservación, desfavorable-malo, desfavorable-inadecuado y favorable. Según esta clasificación se ha podido asignar a nuestros resultados, el estado de conservación en el que se encuentran las praderas. En Santa Ponça, a excepción de las estaciones 1, 2 y 3 que son las más profundas, el resto de estaciones más someras, se encuentran en estado desfavorable-inadecuado y desfavorable-malo, es decir, que la densidad global de haces para estas estaciones es baja por la profundidad a la que se encuentran. Por otro lado, en Portals Vells, de forma global, todas las estaciones se encuentran en estado desfavorable-malo, es decir, que la densidad global encontrada para las praderas de estas estaciones, es muy baja para la poca

profundidad que presentan.

En cuanto a cobertura, a escala de decenas de metros, la pradera presenta ollas y calveros, con arena o mata muerta y a escala de centímetros, existe también una microestructura bajo el dosel foliar. La macro y micro estructura de la cobertura no parecen depender de la profundidad, densidad de la pradera ni de la presión antrópica (Leriche et al., 2006), por lo cual estos componentes de la cobertura no constituyen en sí mismos un indicador de salud de las praderas. Sin embargo, las variaciones interanuales en la cobertura sí que pueden indicar cambios en la situación actual de la pradera. Debido a la falta de un seguimiento previo de cobertura, y siendo estos los primeros datos tomados, procedemos a comparar dichos valores en el caso de Santa Ponça con la cartografía realizada por *Red Eléctrica España*. En las estaciones 1 y 2, el gran porcentaje de arena puede deberse a la presencia de comunidades dominadas por arenas medias y un recubrimiento de Posidonia cartografiado de 40-70%. En la estación 5 también se observa un gran porcentaje de arena y coincide en la cartografía, con pequeñas comunidades de arena. Seguidamente en la estación 6, como ya se ha comentado en los resultados, domina la comunidad de *Cymodocea nodosa*, pero además es una zona de comunidades de arenas no vegetadas según la cartografía. Por último, en la estación 7 se puede corroborar con la información cartográfica que las praderas de Posidonia encontradas están situadas sobre un sustrato rocoso. Para corroborar estos datos y ver si realmente existen cambios, sería necesario proseguir con un seguimiento interanual. En el caso de Portals Vells, no disponemos de ningún tipo de información previa, aunque con los datos tomados en el presente proyecto se puede destacar la presencia de gran cantidad de calvas entre pradera y el gran nivel de aislamiento entre ellas, lo cual anula el efecto de reducción de la intensidad hidrodinámica de las praderas (de Boer, 2007). Además, en las estaciones central-oeste de la cala de Portals Vells (estaciones 6, 7 y 8), se ha observado la presencia de hábitat de mata muerta de Posidonia, lo cual indica que se están produciendo desequilibrios en el litoral costero, provocados por el incremento del hidrodinamismo y impactos antrópicos asociados a la zona cercana a la costa. Este aspecto empobrecido que supone el hábitat de mata muerta de Posidonia, es un anticipo del aspecto futuro de los fondos de pradera si se es incapaz de corregir los desequilibrios que propician su aparición y expansión.

Por este conjunto de información recopilada de diagnóstico, a continuación se procede a llevar a cabo un análisis DAFO de la situación, que permita proporcionar la información clave para proponer las alternativas y planes de gestión más válidos.

7.4. Análisis DAFO

A tenor de los resultados obtenidos, siendo tan elevada la presión de fondeo de embarcaciones en los dos emplazamientos durante los meses de temporada alta y teniendo conocimiento del impacto producido sobre las comunidades bentónicas de angiospermas marinas, se cree necesario, con el fin de presentar alternativas reales a la situación actual, elaborar un diagnóstico técnico que permita proponer la implantación de planes de actuación y gestión para regular los fondeos y así pues, poder compatibilizar las actividades náuticas con el medio natural, más concretamente, con las praderas de *Posidonia oceanica*.

En este sentido se procede a realizar un estudio técnico, mediante un análisis DAFO, que evalúe la situación actual en el litoral calviனர் presente en la dicotomía “Posidonia oceanica – Fondeo de embarcaciones”. Por un lado se realiza un *análisis interno* que evalúe las características internas o propias, es decir, identificar las **Debilidades** y **Fortalezas**. Por otro lado se efectúa un *análisis externo* que estime las **Amenazas** y **Oportunidades** que rodean el entorno de estudio. Es importante a la hora de identificar dichas características abordarlo desde un punto de vista interdisciplinar, es decir, desde la esfera social, medio ambiental, económica, territorial, etc.



Figura 7.29. Esquema analítico de un diagnóstico DAFO.

Fuente: Elaboración propia.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>F.1. La <i>Posidonia oceanica</i> como especie clímax del ecosistema del Mediterráneo.</p> <p>F.2. Gran capacidad de resiliencia de la <i>Posidonia oceanica</i> a los cambios.</p> <p>F.3. Paisajes únicos y singulares para la práctica de actividades náuticas y del turismo.</p> <p>F.4. Gran riqueza del medio marino.</p> <p>F.5. LIC y ZEPA de Cap de Cala Figuera y Reservas Marinas de las Islas Malgrats y del Toro.</p> <p>F.6. Decreto Balear sobre la protección y conservación de la <i>Posidonia oceanica</i>.</p>	<p>D.1. Carencia de un marco legislativo de regulación del fondeo de embarcaciones sobre la especie protegida <i>Posidonia oceanica</i>.</p> <p>D.2. Bajo nivel de conciencia y educación ciudadana del medio marino Balear y de las especies del ecosistema Mediterráneo como la <i>Posidonia oceanica</i>.</p> <p>D.3. Insuficiente conocimiento de la distribución y composición biológica de los fondos marinos.</p> <p>D.4. Crecimiento muy lento de la especie protegida <i>Posidonia oceanica</i> y dificultad en la regeneración de sus praderas.</p> <p>D.5. Baja consideración y peso de las variables medioambientales en la definición de los usos del litoral y en la implantación de actividades náuticas.</p> <p>D.6. Gran dependencia económica y laboral del sector turístico.</p>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<p>O.1. Creciente preocupación de las administraciones (locales, autonómicas, centrales y europeas) por el medio ambiente.</p> <p>O.2. Utilización del medio ambiente como motor de desarrollo económico insular y local (ecoturismo).</p> <p>O.3. Campos de boyas ecológicas como alternativas de gestión para lograr un equilibrio entre el medio ambiente y el fondeo de embarcaciones.</p> <p>O.4. Mejora de la calidad medio ambiental del litoral de Calvià, por tanto paisajística, por tanto turística, laboral y económica.</p> <p>O.5. Generación de puestos de trabajo en el campo de evaluación y monitoreo del ecosistema, así como de también para la vigilancia y buena gestión.</p> <p>O.6. Aumento y extensión de la protección de aquellas zonas de gran valor.</p>	<p>A.1. Aumento progresivo de la urbanización del litoral de Calvià.</p> <p>A.2. Gran presión del turismo náutico con tendencia a la desestacionalización, aumentando la afluencia en las temporadas Bajas y Medias.</p> <p>A.3. Mala praxis del fondeo libre. Avistamiento del aumento del fondeo privado permanente sin control.</p> <p>A.4. Cambio climático como factor externo que afecta al ecosistema Mediterráneo.</p> <p>A.5. Mala gestión política de los usos del litoral.</p> <p>A.6. Insuficiente recursos destinados a la protección, conservación y vigilancia del litoral.</p> <p>A.7. Residuos urbanos.</p> <p>A.8. Pérdida de biodiversidad.</p>

Tabla 7.3. Diagnóstico DAFO.

Fuente: Elaboración propia.

Así, según la combinación de las **Fortalezas**, **Oportunidades**, **Debilidades** y **Amenazas** se obtienen 4 principios que marcarán, en líneas generales, las pautas de acción:

- **Potencialidades:** Nacen de la combinación de las **Fortalezas** y **Oportunidades**. Marcan las acciones más prometedoras.
- **Limitaciones:** Surgen de la combinación de las **Debilidades** y **Amenazas**. Indican una seria advertencia.
- **Riesgos:** Como combinación de **Fortalezas** y **Amenazas**, avisan de los peligros.
- **Desafíos:** Es la combinación de las **Oportunidades** y **Debilidades**, presentan los retos abordar.

De dichas combinaciones se desprenden conclusiones claves que conducen el diagnóstico hacia la proposición de objetivos y directrices, que mediante programas y planes de actuación se puedan materializar en medidas y acciones concretas a cumplir.

Potencialidades
<ul style="list-style-type: none"> • La <i>Posidonia oceanica</i>, especie protegida en la <i>Directiva 92/43/CEE</i> y <i>R.D. 139/2011</i>, es una fanerógama marina vital y clímax del ecosistema que aporta riqueza y sustenta gran parte de la biodiversidad marina del Mediterráneo Balear. • Que la protección y conservación de dicha especie es un pilar fundamental de la calidad paisajística, visual y biológica del litoral calvianer permitiendo que lugares tan singulares como Isles Malgrats, el Toro, Cap de Cala Figuera y sus correspondientes reservas marinas o Cala Fornells, Portals Vells y Caló d'en Monjo entre otros sean escenarios perfectos para actividades náuticas responsables. • Que la mejora de la calidad del medio marino, en general, no es simplemente el sustento del turismo de nuestro litoral sino que presenta el potencial para convertirse en uno de los pilares de impulso social, económico, laboral y turístico, dentro del medio ambiente como motor de desarrollo.

Tabla 7.4. Claves de las potencialidades del litoral calvianer.

Fuente: Elaboración propia.

Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • La ausencia de un marco legislativo concreto que regule, vigile y vele por un fondeo responsable de las embarcaciones de recreo, especialmente sobre la especie protegida <i>Posidonia oceanica</i>, no solo afecta a la regeneración de la misma, ya de por sí lenta, con una presión del turismo náutico cada vez mayor sino que no impide una mala praxis del fondeo libre con un consiguiente aumento de fondeos permanentes sin control. • Que el desconocimiento y una mala gestión política del litoral ha permitido la desprotección de los usos del mismo conduciendo a una masificación urbanística, a una carencia de recursos destinados al conocimiento, distribución, protección, preservación y vigilancia del medio marino y a un bajo nivel de conciencia y educación ciudadana del medio marino Balear y de las especies del ecosistema Mediterráneo como la <i>Posidonia oceanica</i>. • Que, aún cuando el cambio climático no es una causa en sí sino un consecuencia, en el entorno de estudio se presenta como un efecto externo que afecta a la biodiversidad del ecosistema Mediterráneo Balear.

Tabla 7.5. Claves de las limitaciones del litoral de Calvià.

Fuente: Elaboración propia.

Riesgos
<ul style="list-style-type: none"> • La presión del turismo náutico, con una desestacionalización cada vez mayor, junto con una falta de regulación del fondeo libre sobre las praderas de <i>Posidonia oceanica</i>, con el Decreto Balear de protección de las mismas pendiente de ser aprobado, ponen en peligro la resiliencia de la fanerógama marina así como la riqueza y biodiversidad del medio marino Balear. • Que el continuo crecimiento urbanístico del litoral, bajo una mala planificación de los usos, una baja consideración en la reserva de espacios singulares destinados a su protección e insuficiencia de recursos reservados a la protección, conservación y vigilancia de los mismos, ejercen una gran presión sobre los espacios de alto valor paisajístico y sobre los ya declarados.

Tabla 7.6. Claves de los riesgos del litoral de Calvià.

Fuente: Elaboración propia

Desafíos
<ul style="list-style-type: none"> • Actualmente las administraciones (locales, autonómicas, centrales y europeas) deben centrar su atención al medio ambiente, en sí, dirigiendo sus esfuerzos a llenar el vacío legal en torno a la regulación del fondeo libre de embarcaciones, especialmente sobre las praderas de <i>Posidonia oceanica</i>, a profundizar en un completo conocimiento de la distribución y composición de los fondos marinos del litoral y aumentar, inclusive priorizar, los factores medio ambientales a la hora de definir los usos próximos a la costa y la implantación de actividades náuticas recreativas. • Que se debe apostar por hacer del medio ambiente una pieza central del desarrollo económico generándose nicho de mercado laboral en torno al mismo (evaluación, control, protección y vigilancia del medio) que propicie una mejora de la calidad paisajística y por tanto turística y económica que ayude no solo a incrementar la concienciación y educación ciudadana respecto del ecosistema marino sino también a paliar la dependencia económica y laboral del turismo. • Que hacer frente al lento crecimiento de la fanerógama marina y a su dificultad de regeneración mediante planes y programas concretos que aumenten los espacios protegidos, particularmente aquellos donde habita, e implantar medidas de mitigación, o inclusive zonas de exclusión, que miren por el equilibrio de la <i>Posidonia oceanica</i> frente al fondeo masivo de embarcaciones en el litoral.

Tabla 7.7. Claves de los desafíos del litoral de Calvià.

Fuente: Elaboración propia

Del conjunto del análisis se desprende que no hay una única medida, acción o programa que ataje, de por sí, la dicotomía “Posidonia oceanica – Fondeo de embarcaciones” sino un conjunto de ellas, todas ellas necesarias, que aborden dicha situación desde distintas perspectivas (política, biológica, ingenieril, social, económica y territorial) y que apuesten por un objetivo común, que es la preservación de la especie.

8. Propuestas y pautas de gestión

Dado al incipiente aumento que viene siguiendo el fondeo libre en el litoral de Calvià con la consiguiente afección y preocupación social de las praderas de *Posidonia oceanica*, especie clímax del Mediterráneo, se plantea oportuno buscar soluciones que no solo permitan un disfrute responsable del litoral y del medio marino por parte de los ciudadanos sino que al mismo tiempo protejan y preserven ese mismo medio tanto para generaciones futuras como, y más importante, garanticen la vida del ecosistema marino, soporte económico y, por tanto vital, de Calvià.

8.1. Evaluación y asignación de objetivos

8.1.1. Evaluación

En base a los resultados del análisis DAFO, análisis técnico, se desprenden varios objetivos generales:

- Necesidad de crear un marco legislativo en torno al fondeo libre sobre las praderas de *Posidonia oceanica*.
- Actuar en la preservación y protección de las praderas mediante una ordenación o regulación de las zonas de fondeo.
- Reducir el impacto y la presión de los fondeos libres, permanentes o no, sobre las praderas de Posidonia.

Al mismo tiempo, del diagnóstico del estado actual de las praderas de *Posidonia oceanica*, análisis biológico, concretamente en las zonas de estudio de Santa Ponça y Portals Vells y en base al descriptor de cobertura lineal, el más relevante para expresar el porcentaje de hábitat presente, se concluye:

8.1.1.1. Santa Ponça

Según el diagnóstico de la presión de embarcaciones fondeadas y el estado de las praderas de Posidonia, en Santa Ponça la tendencia del estado de las praderas puede ser regresiva a lo largo de los años si se mantiene tal elevada presión de fondeo. Por lo que se marca como objetivo:

- Actuar para mantener y preservar, como mínimo, el estado actual de las praderas de *Posidonia oceanica* con tendencia a mejorarlo.

8.1.1.2. Portals Vells

Tal y como se ha comprobado en el diagnóstico, en Portals Vells la presión de fondeo de embarcaciones es muy elevada y el estado de conservación de la Posidonia es desfavorable en la mayor parte de la cala. Además en las estaciones central-oeste (6, 7 y 8) de la cala, se evidencia la presencia de hábitat de **mata muerta** de Posidonia, lo cual va directamente relacionado con impacto antrópico sobre ella. Por ello se marca como objetivo:

- Necesidad de marcar unas líneas de actuación más proteccionistas para detener la tendencia actual de aquellas zonas más deterioradas y preservar y restaurar aquellas que todavía presentan un estado actual bueno.

8.1.2. Asignación de objetivos

A continuación a modo de resumen se presenta una tabla que concreta los objetivos a alcanzar en cada ámbito de estudio.

Definición de objetivos	
Emplazamiento	Objetivo
Santa Ponça	Mantener y preservar
Portals Vells	Restaurar y preservar

Tabla 8.1. Definición de objetivos.

Fuente: Elaboración propia.

8.2. Propuestas de actuación

Una vez establecidos los objetivos de cada emplazamiento, en base a los resultados técnicos y biológicos de cada uno de ellos, se proponen medidas de actuación concretas para cada ámbito de estudio. Las propuestas de acción se definen en cada caso.

A fin de facilitar la comprensión de los criterios y las propuestas posteriores, se resumen las 2 hipótesis asumidas, detalladas en el **Anejo 14. Metodología y cálculos. Capacidad de carga.**

En base a los conteos llevados a cabo, se asume como primera hipótesis, “**Hipótesis de distribución**”, que la distribución de las embarcaciones para cada emplazamiento, según esloras es:

Distribución por emplazamiento y esloras		
Esloras	Santa Ponça	Portals Vells
$x \leq 8$ m	48,97 %	46,37 %
$8 \text{ m} < x \leq 14$ m	38,63 %	39,71 %
$14 \text{ m} < x$	12,40 %	13,99 %

Tabla 8.2. Distribución en los ámbitos de estudio por esloras.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en base a la experiencia consultada de profesionales y documentación bibliográfica empleada, se establece como segunda hipótesis, “**Hipótesis de profundidad**”, que la distribución de las embarcaciones según profundidades es:

Distribución por esloras y profundidades	
Esloras	Profundidad
$X \leq 8$ m	2 m – 8 m
$8 \text{ m} < x \leq 14$ m	8 m – 16 m
$14 \text{ m} < x$	16 m – 35 m

Tabla 8.3. Distribución por esloras y profundidades.

Fuente: Elaboración propia.

Dichas dos hipótesis serán empleadas a la hora de plantear las propuestas para los ámbitos de estudio así como en planteamientos posteriores de estimaciones de capacidad de embarcaciones, siempre y cuando no entren en discordancia con los condicionantes físicos y geográficos así como los objetivos marcados para cada caso.

8.2.1. Santa Ponça

La propuesta viene definida en base a tres criterios:

- Objetivos planteados.

- Mapa binómico de la ensenada.
- Visita de campo.

En base a ello la propuesta contempla:

- Delimitación perimetral, mediante boyas de balizamiento, de áreas de fondeo libre sobre los fondos de arenas no vegetadas y arenas medias donde las embarcaciones, de hasta 5 m de eslora y siempre según calado, puedan fondear libremente con sus propios medios y sin usar ningún tipo de fondeo permanente. (F1)
- Implantación de un campo de boyas ecológicas, si fuese necesario previo estudio de capacidad, sobre las praderas de *Posidonia oceanica* donde las embarcaciones, para esloras entre 5 – 26 m y en base a la batimetría de la ensenada, amarren a las boyas superficiales con total prohibición del fondeo de cualquier otra índole. (F2)
- Prohibición, en la totalidad de la ensenada de Santa Ponça, del fondeo de embarcaciones fuera de cualquiera de las zonas delimitadas y habilitadas al respecto y citadas anteriormente, F1 y F2.

A nivel conceptual, se desarrolla a continuación un posible plan de actuación que regule el fondeo de las embarcaciones según los puntos anteriores, estimándose áreas destinadas en cada caso. La metodología seguida para el cálculo de las capacidades así como los valores obtenidos y las hipótesis asumidas para dichas áreas, se desarrolla en el punto **Anejo 14. Metodología y cálculos. Capacidad de carga.**

El área de fondeo F1 se destina para el fondeo libre de las embarcaciones de ≤ 5 m de eslora. Se establecen los siguientes criterios para definirla:

- Emplazamiento sobre arenas no vegetadas o arenas medias.
- Condicionantes climatológicos. Fondeo sobre zonas seguras climatológicamente.
- Condicionantes batimétricos e hipótesis profundidad.
- Prever espacio de acceso al puerto de Santa Ponça así como para la navegación de las embarcaciones.

La zona propicia para albergar el fondeo libre F1 se sitúa en la zona sur de la ensenada, entre las cotas -2 m y -18 m sobre los estratos arenosos, como se puede ver en sombreado en la siguiente figura, justamente donde se concentra la mayor parte del fondeo libre.

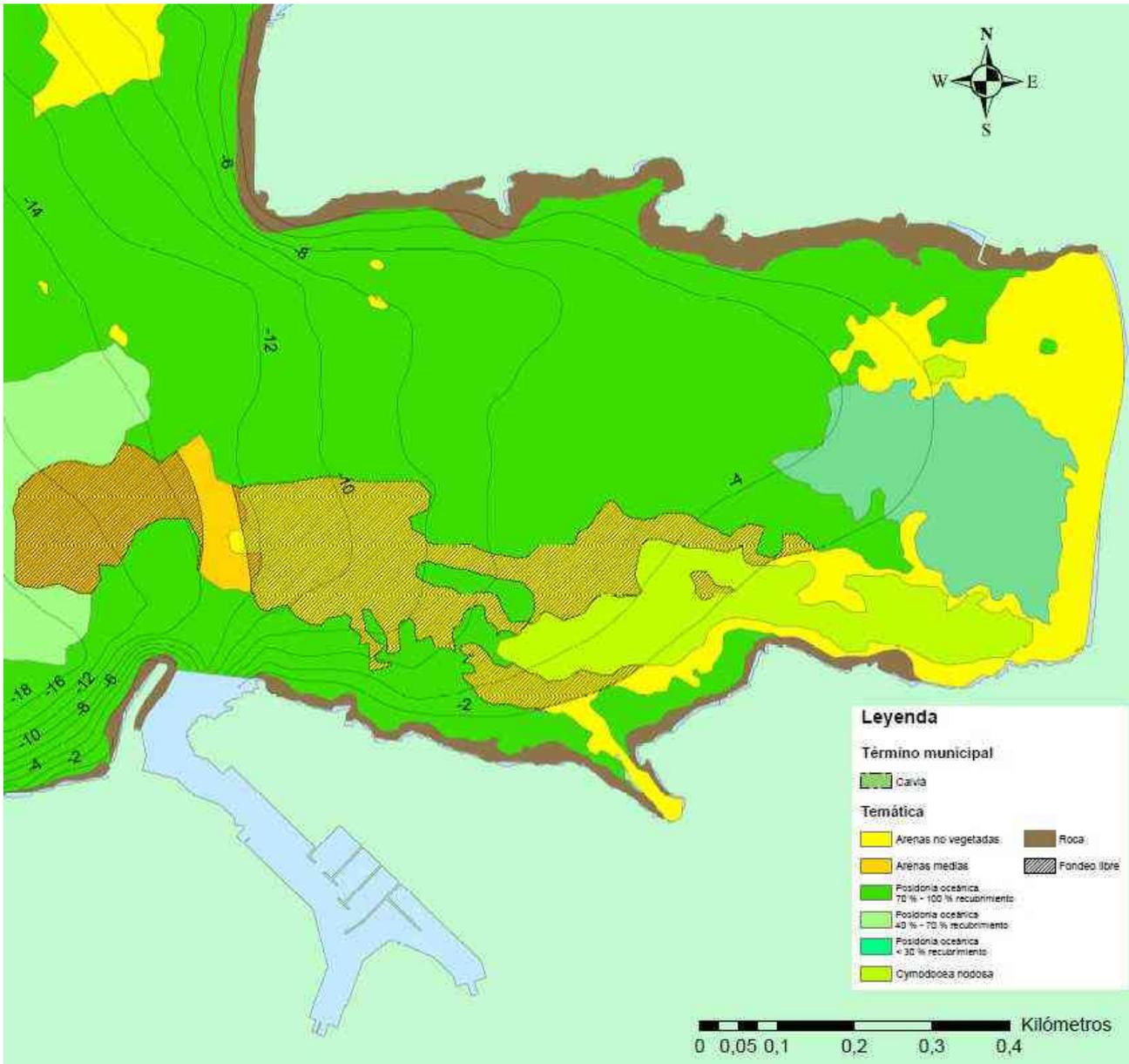


Figura 8.1. Área hábil para el fondeo libre en la ensenada de Santa Ponça.

Fuente: Elaboración propia.

Dicha área de fondeo alberga la posibilidad de un amplio rango de esloras que pueden fondear libremente debido a la evolución de la batimetría. Posee una superficie real de unos 111.494,37 m². Sin embargo, con el fin de balizar áreas lo más regulares posible en planta, al mismo tiempo que se maximiza la capacidad de las mismas y en base a los criterios planteados, se estiman un total de 5 áreas de fondeo libre con una superficie útil de 59.049,87 m².

Superficies (m ²) de las áreas de fondeo libre				
Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
35.219,24	3.491,09	5.148,46	12.190,69	3.000,58

Tabla 8.4. Áreas de fondeo libre en la ensenada de Santa Ponça.

Fuente: Elaboración propia.

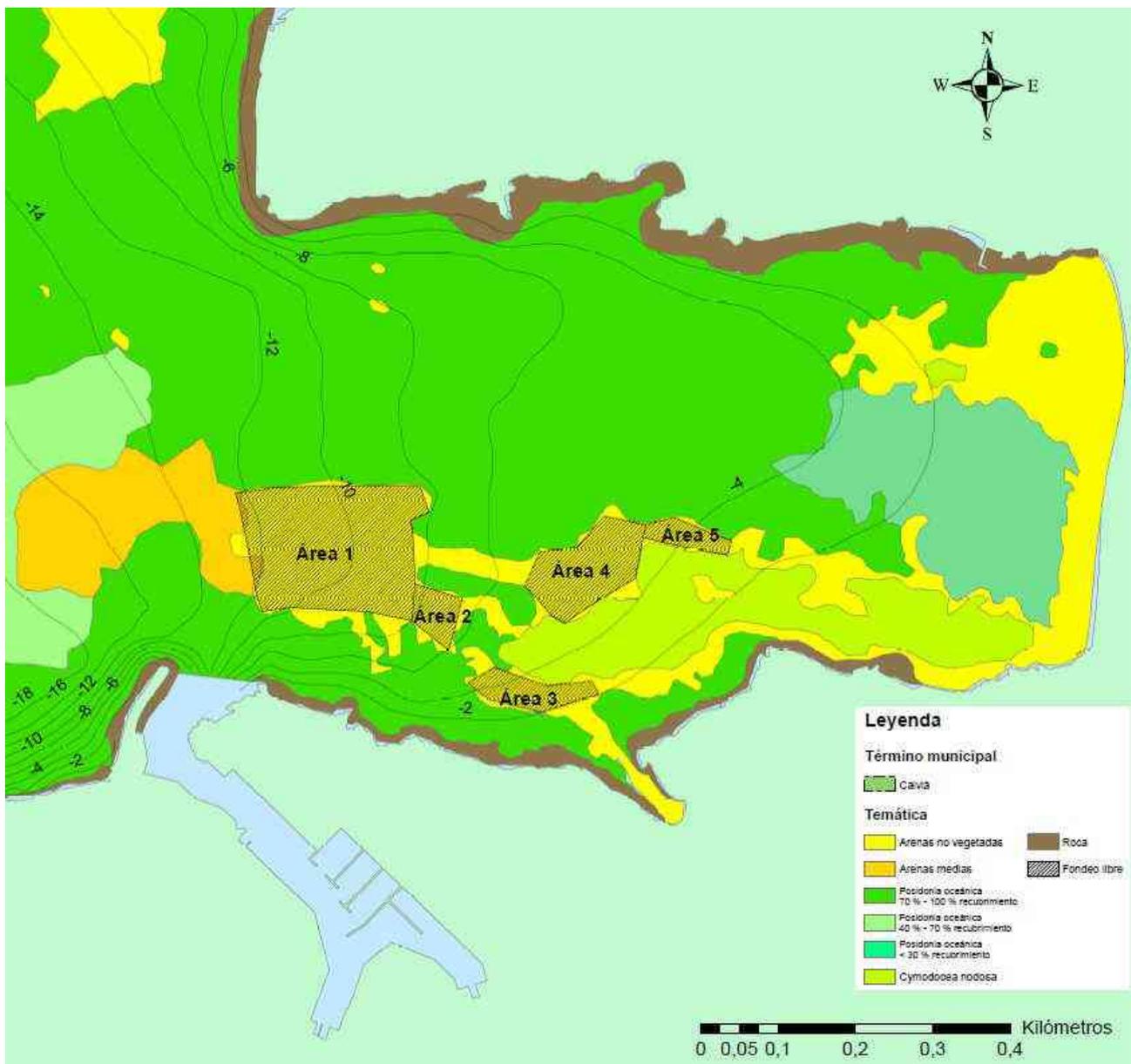


Figura 8.2. Áreas de fondeo libre en la ensenada de Santa Ponça.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, con el fin de ofrecer espacio para el fondeo de embarcaciones de mayor eslora, a partir de los 5 m, se designa también la posible localización de un campo de boyas ecológicas. Dicha localización se plantea en base a los siguientes criterios:

- Condicionantes climatológicos. Fondeo sobre zonas resguardadas climatológicamente.
- Condiciones batimétricas e hipótesis profundidad.
- Prever espacios para las embarcaciones de mayor eslora.
- Canales interiores para la navegación de las embarcaciones.

En este caso, proveer una zona segura climatológicamente resulta un criterio más importante que cumplir la hipótesis de profundidad, al no haber un área que cumpliera ambos requisitos. Ello implicaría la instalación de sistemas de anclajes que deberían estar preparados para soportar mayores tensiones. Así mismo las dimensiones de los canales interiores vienen dados según los métodos determinísticos contemplados en las **Recomendaciones para Obras Marítimas** (ROM 3.1-99).

Finalmente, la zona propuesta para albergar un campo de boyas ecológico está conformada por tres áreas separadas entre sí por canales cuyas dimensiones vienen dadas en función de la eslora de la mayor embarcación a al cual se le proporciona acceso al propio campo. Se sitúa entre las cotas -4 y -13 m justo por encima del área de fondeo libre. En total supone una superficie de 86.792,48 m² (Figura 8.3).

Superficies (m²) de las áreas del campo de boyas		
Área 6	Área 7	Área 8
36.387,62	20.420,42	29.984,44

Tabla 8.5. Áreas de campos de boyas en la ensenada de Santa Ponça.

Fuente: Elaboración propia.

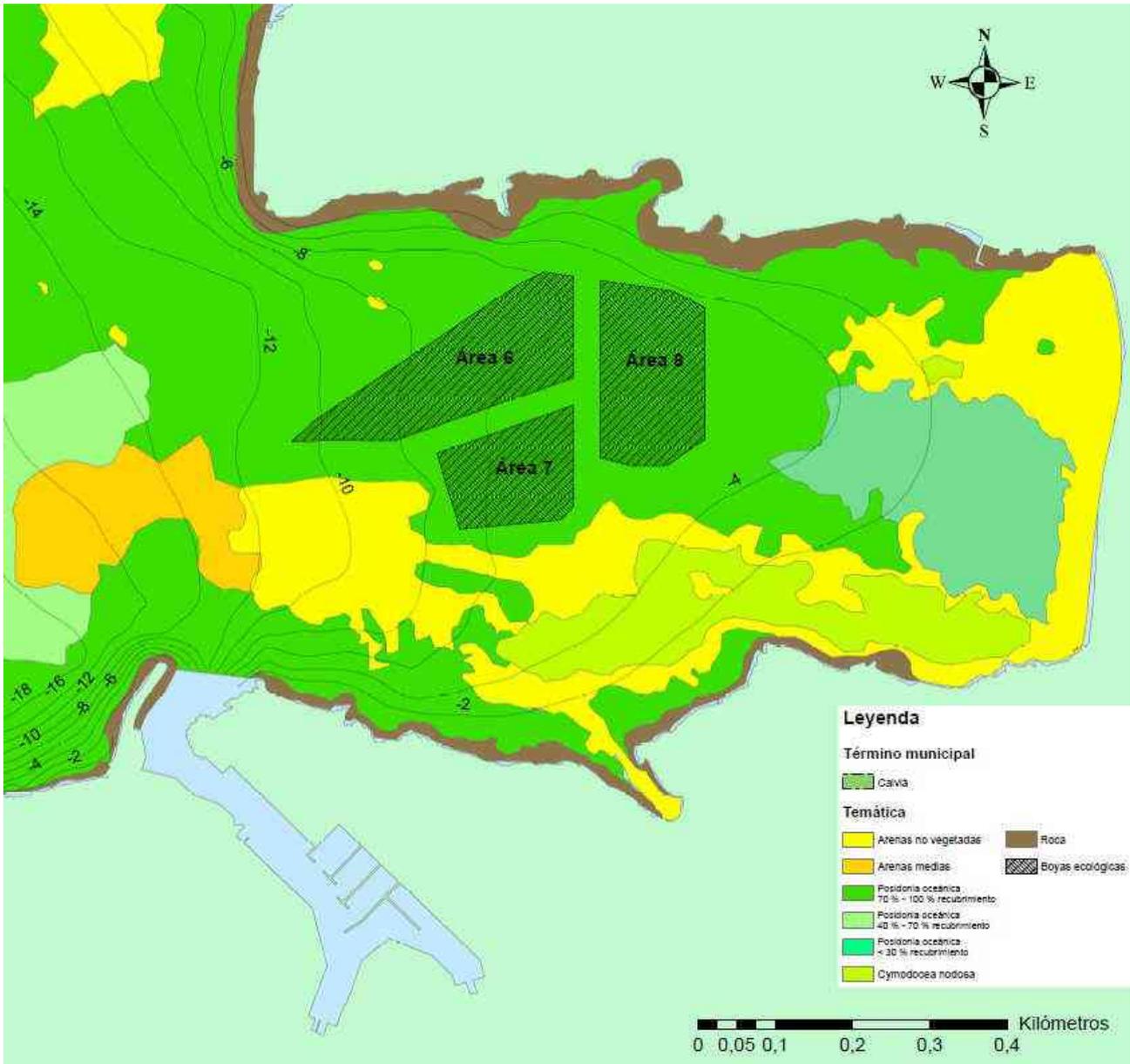


Figura 8.3. Áreas del campo de boyas en la ensenada de Santa Ponça.

Fuente: Elaboración propia.

En total, se proponen para la cala de Santa Ponça un total 145.842,35 m² de uso para el fondeo de embarcaciones de los cuales se desglosan en 59.049,87 m² balizados para el fondeo libre, para esloras ≤ 5 m, y otros 86.792,48 m² de campo de boyas para el fondeo en anclaje ecológico de embarcaciones > 5 m. En la siguiente figura se visualiza el conjunto de las acciones propuestas.

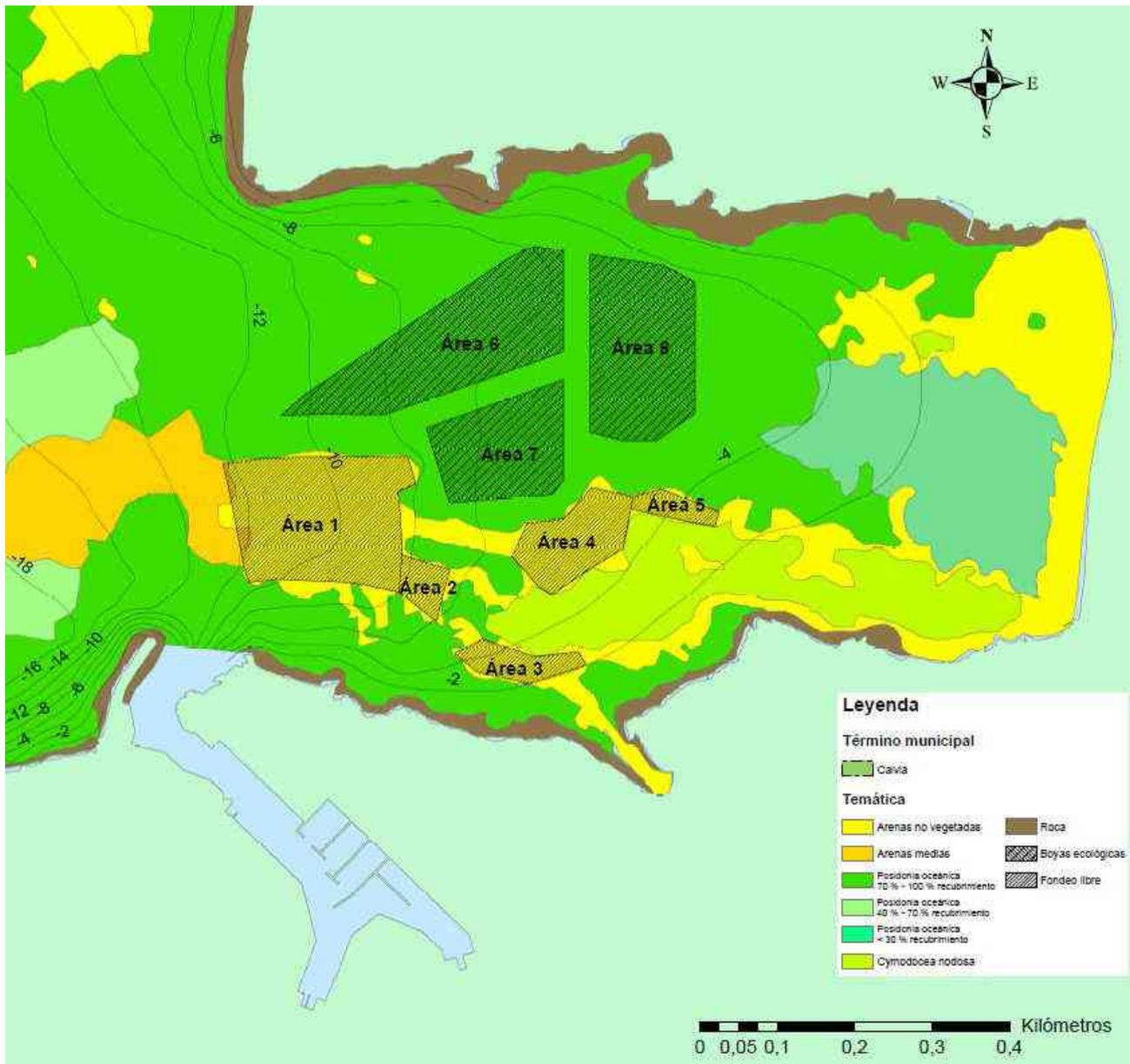


Figura 8.4. Áreas de fondeo en la ensenada de Santa Ponça.

Fuente: Elaboración propia.

8.2.2. Portals Vells

La propuesta se define en función a dos criterios:

- Objetivos planteados.
- Visita de campo.

En este caso no se cuenta con ningún tipo de información cartográfica ni batimétrica del fondo marino de la zona, pero si con la experiencia de buceadores expertos además de las propias visitas e inmersiones realizadas. En base a ello la propuesta contempla:

- Dado las características geográficas y a la presencia de **mata muerta**, estaciones 6, 7 y 8, en la zona sur de la cala de Portals Vells, se plantea adecuado la definición de un área marina de protección (AP) que no solo proteja dicha zona sino que sea extensivo a la totalidad de la cala.
- Con motivo del planteamiento de una zona marina de exclusión de fondeo y con el objetivo de propiciar una regeneración de las praderas de *Posidonia oceanica*, se sugiere que dicha área pueda quedar englobada bajo la figura de protección del Área Marina de Cap de Cala Figuera (LIC).
- Prohibición, en la totalidad de la Cala de Portals Vells, del fondeo de embarcaciones de cualquier tipo, libre, permanente o con boya. Ello no afecta a los amarres internos del Puerto de Portals Vells ni tampoco a la navegación de las embarcaciones para al acceso y salida al mismo.

Siguiendo el mismo ejemplo que en Santa Ponça, se expone un posible plan de actuación que desarrolle los puntos de la propuesta descritos anteriormente. De esta forma se podría conseguir una continuidad ecológica entre el hábitat terrestre del LIC de Cap de Cala de Figuera y las aguas interiores colindantes, que propiciase la inclusión del área protegida en el Área Marina de Cap de Cala Figuera (LIC).

La delimitación del área de protección marina AP se sugiere que se apoye en los límites terrestres del LIC de Cap de Cala de Figuera junto con los propios del Área Marina del mismo LIC, de forma que sea una continuación física con posibilidad a posteriori de quedar amparado bajo la misma figura de protección. El cierre por completo de la cala de Portals Vells supone la ocupación de una superficie aproximada de unos 113.779,24 m² para la recuperación de un espacio de gran valor natural y revertir la tendencia actual de las pradera de *Posidonia oceanica*.

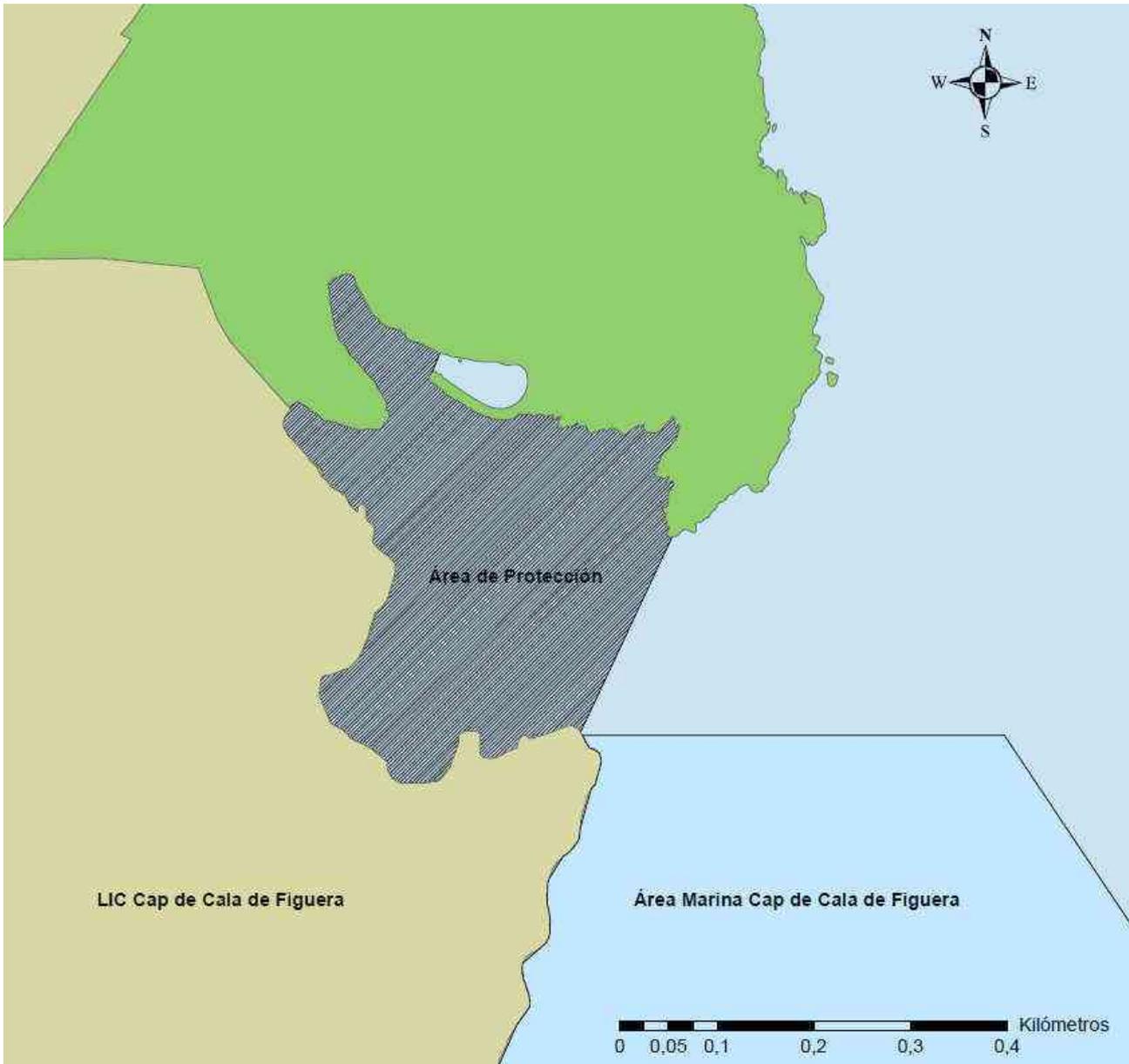


Figura 8.5. Área de protección de la cala de Portals Vells.

Fuente: Elaboración propia.

8.2.3. Tipología de fondeo

En aquellas zonas de fondeo libre se prevé que las embarcaciones fondeo mediante sus propios medios quedando estrictamente prohibido el uso de anclajes permanentes. En cambio, para las zonas propuestas como campo de boyas se plantea, en el punto **8.3. Planteamiento de alternativas**, opciones de anclajes ecológicos en base a la tipología de suelos con una breve descripción de sus características y recomendaciones de uso.

8.3. Planteamiento de alternativas

Se realiza un estudio de los diferentes tipos de anclajes vigentes en la actualidad y su posible implantación en función de la necesidad y el impacto que generan sobre la *Posidonia oceanica*.

Para efectuar el análisis de los sistemas de anclajes se ha recurrido a proyectos, artículos científicos y catálogos de empresas para obtener características que nos permita clasificar los anclajes. A continuación se citan los tres principales.

- **Management guide for Marine Protected Areas of the Mediterranean sea, Permanent Ecological Moorings.** Francour P., Magréau J.F., Mannoni P.A., Cottalorda J.M., Gratiot J. 2006. Université de Nice-Sophia Antipolis & Parc National de Port-Cros, Nice : 68 pp.
- **Estudio de soluciones para la instalación de fondeos y sistemas accesorios en aguas abiertas, sobre fondos marinos sensibles, de manera ambientalmente adecuada.** Centre Balear de Biología Aplicada SL.
- **Proyecto de instalación de boyas de amarre en la Reserva Natural Marina de la Serra d'Irta (Castellón).** Generalitat Valenciana. Consellería de Territori i Habitatge.

8.3.1. *Sistemas de anclajes*

Los anclajes que aquí se proponen son los más habituales para el fondeo de embarcaciones, en cierto modo alguno de ellos generan mayor impacto en las praderas de *Posidonia oceanica* que otros. Así, se considerarán en cada caso según el tipo de sustrato marino, el impacto que generen, el mantenimiento que supongan a largo plazo y siempre con garantía que serán capaces de soportar las tensiones según tipo de embarcaciones.

8.3.1.1. *Muerto de hormigón*

Este método de anclaje tiene como elemento principal un cuerpo de gran densidad sumergida que reposa sobre el fondo. Se adapta tanto a lechos arenosos como compactos.

La forma clásica suele ser forma cúbica aplastada aunque también los hay de forma ovalada (cantos redondeados), trapecial, etc. Suelen estar hechos de hormigón con características resistentes a ambientes marinos agresivos con un emparrillado interno que aumenta su resistencia y densidad. El anillo de anclaje forma parte del emparrillado quedando embebido en la

estructura de hormigón. Se pueden distinguir dos tipos según patrones en las caras inferiores del cuerpo; una cavidad para incrementar el efecto succión o una forma poliédrica (pirámide de base cuadrada) que aumenta su fricción con el suelo aportándole estabilidad y limitando la posibilidad de movimiento.

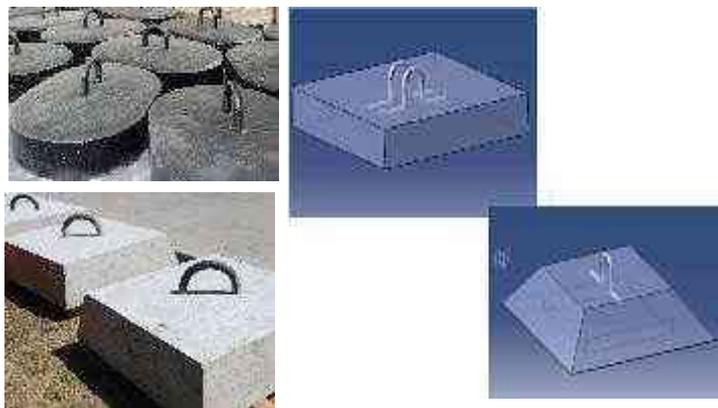


Figura 8.6. Tipología de anclajes de hormigón.

Fuente: Management guide for Marine Protected Areas of the Mediterranean Sea, Permanent Ecological Moorings.

Su resistencia radica en dos factores principales; su peso aparente (peso seco menos el empuje vertical ascendente según el principio de Arquímedes) y el tamaño de la superficie en contacto con el lecho marino. Pueden estar dispuestos sobre la superficie o estar parcialmente o completamente enterrados.

Entre las principales ventajas de este sistema de fondeo se encuentra:

- Su facilidad de fabricación, economía y bajo mantenimiento.
- Instalación sencilla para modelos pequeños.
- Solución para lechos fangosos poco profundos, arenosos o de grava.

En cambio, presenta también los siguientes inconvenientes:

- Ocupación permanente del lecho sobre el que se deposita.
- Riesgo alto de deslizamiento y erosión de las praderas de *Posidonia oceanica*.
- En zonas de corrientes, el volumen del muerto sobre el lecho marino genera turbulencias hidráulicas causando el efecto garreo con la consiguiente afección al medio marino.
- En los sistemas tradicionales la cadena barre el fondo marino debido al borneo de las embarcaciones.

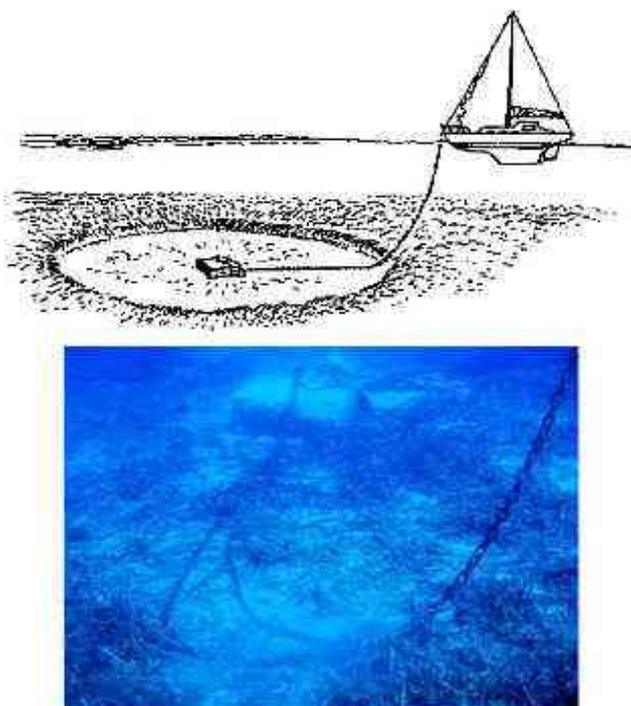


Figura 8.7. Efecto del borneo sobre las praderas de *Posidonia oceanica*.

Fuente: Management guide for Marine Protected Areas of the Mediterranean Sea, Permanent Ecological Moorings.

La solución de anclaje con muerto de hormigón aquí planteada no contempla el sistema tradicional sino que lleva la instalación de una boya intermedia llamada boyarín que evita uno de los principales efectos de la cadena y es el aplastamiento de las praderas por borneo de las mismas. En el punto 8.3.4. *Recomendaciones de alternativa de anclaje* se precisa con mayor detalle.

8.3.1.2. Anclajes ecológicos

En este grupo se engloban diferentes tipos de anclajes que se denominan ecológicos dado que su afección al lecho marino y a las fanerógamas es mínimo, no solo por el tipo de anclaje sino también a la hora de su instalación y plan de vigilancia y mantenimiento. En este sentido se pueden diferenciar entre los que anclan a un lecho blando (Harmony tipo S, Harmony tipo P, Manta Ray) y los que anclan a un lecho rocoso (Tacos químicos).

8.3.1.2.1. Sistema de anclaje "Harmony tipo S o Hélix"

Consiste en un eje de 0,8 a 3 m de longitud de acero galvanizado provisto de uno o varios discos en forma de hélice o espiral (tornillo de Arquímedes) a lo largo del mismo, según modelo. El \varnothing del vástago puede variar entre 18 – 30 mm (modelos ligeros) hasta 60 mm (modelos pesados). En el caso de los diámetros de los discos varía entre 150 – 250 mm (modelos ligeros) y 250 – 400 mm (modelos pesados). En su extremo inferior presenta una terminación de punta de cono que está soldada al cuerpo principal. En su parte superior un anillo soldado al anclaje con posibilidad de varios \varnothing .

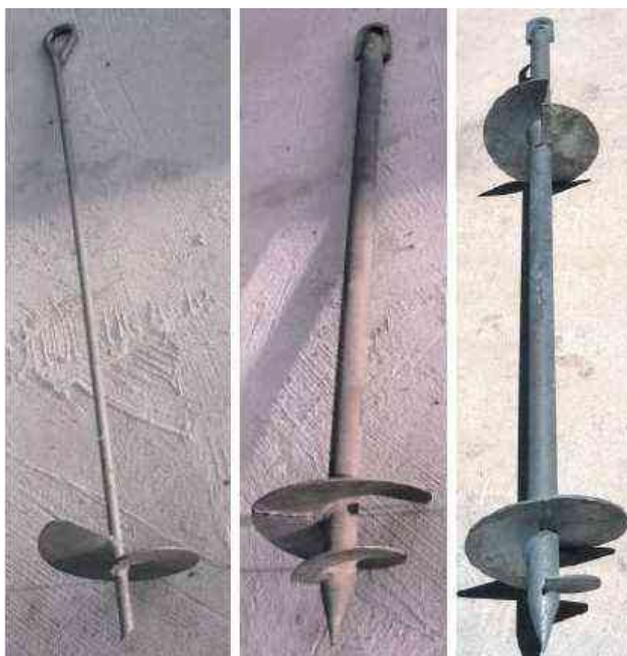


Figura 8.8. Tipología de anclajes Harmony tipo S.

Fuente: *Management guide for Marine Protected Areas of the Mediterranean Sea, Permanent Ecological Moorings.*

La resistencia al desanclaje de estos sistemas radica en el volumen y la naturaleza de los materiales del cono inverso situados justamente sobre el disco inferior, cercano a la punta. Así mismo también se produce un efecto de succión en la parte inferior del mismo disco. La resistencia finalmente se puede decir que depende de tres factores principales; la profundidad del anclaje en el estrato, el diámetro y espesor del disco y la resistencia mecánica del sedimento.

Su rango de usos va desde pequeñas a grandes embarcaciones. Estos sistemas pueden ser instalados individualmente o en una línea de 2 a 3 unidades mediante una barra de acoplamiento, según la siguiente imagen.

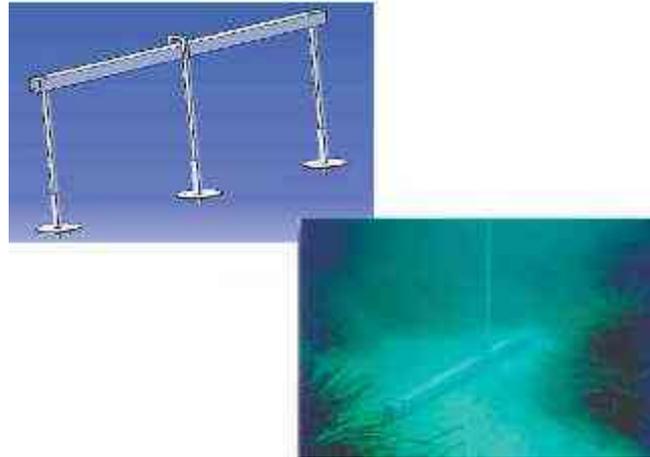


Figura 8.9. Esquema e instalación de anclajes Harmony tipo S.

Fuente: Management guide for Marine Protected Areas of the Mediterranean Sea, Permanent Ecological Moorings.

Este sistema presenta las siguientes ventajas:

- Rápida, precisa y fácil instalación.
- Área ocupada mínima.
- No levanta material ni lo mezcla
- Carga inmediata con la instalación.
- Reversible, fácil de retirar y cambio de ubicación.
- Ideal para sustratos arenosos.

Por contra presenta una serie de desventajas o inconvenientes:

- En base a la experiencia acumulada en los proyectos de *Life Posidonia* puede ser necesario la colocación de varios de ellos en tren porque se puedan perder tensión con el tiempo.
- Solo es conveniente su instalación en lechos blandos sin *Posidonia oceanica* o arenosos.
- La hélice corta tanto la haces como los rizomas de la *Posidonia oceanica*.
- Supeditado a las características (material, potencia del estrato) del lecho marino.

8.3.1.2.2. Sistema de anclaje “Harmony tipo P”

Consiste en un anclaje con forma de muelle hecho en acero galvanizado, donde el espesor, el diámetro exterior, su longitud y el paso están diseñados especialmente para penetrar en lecho marino, concretamente en la mata de la *Posidonia oceanica*. El extremo del muelle (con forma de sacacorchos) penetra a través de la red del rizoma sin romper, aplastar o destruir la mata.

De forma habitual suelen tener unas dimensiones estandarizadas que oscilan en unos 30 mm de espesor de acero, 350 mm de diámetro exterior, de 0,8 – 1,6 m de longitud y entre unos 25 – 42 kg. Los puntos de anclaje son abrazaderas instaladas en la parte superior.

Las matas de *Posidonia oceanica*, normalmente, forman grandes estructuras compactas y densas de rizomas y raíces de plantas junto con el sustrato. Es justo la ausencia de la degradación de la mata lo que le confiere a este tipo de anclajes una gran resistencia de extracción porque, bajo tracción, el anclaje aprovecha el gran volumen de sustrato alrededor distribuyendo la sollicitación del esfuerzo por toda la red de rizomas.



Figura 8.10. Tipología de anclajes Harmony tipo P.

Fuente: Management guide for Marine Protected Areas of the Mediterranean Sea, Permanent Ecological Moorings.

Estos sistemas pueden ser instalados individualmente o en una línea de 2 a 3 unidades mediante una barra de acoplamiento, según la siguiente imagen.

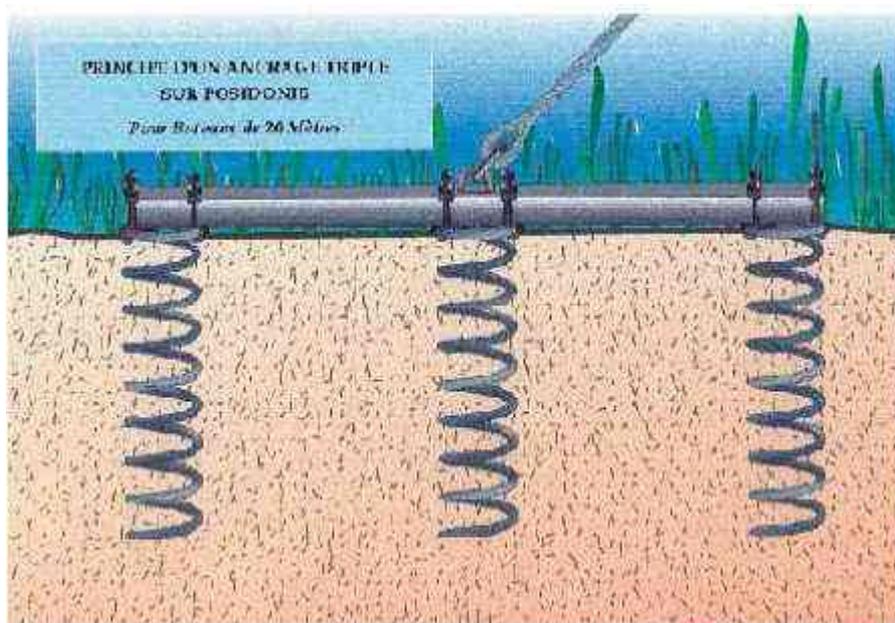


Figura 8.11. Esquema de instalación de anclajes Harmony tipo P sobre praderas.

Fuente: Management guide for Marine Protected Areas of the Mediterranean Sea, Permanent Ecological Moorings.



Figura 8.12. Instalación conjunta de anclajes Harmony tipo P sobre praderas.

Fuente: Management guide for Marine Protected Areas of the Mediterranean Sea, Permanent Ecological Moorings.

Este sistema presenta las siguientes ventajas:

- El anclaje está diseñado expresamente para usarse en las praderas de *Posidonia oceanica* aprovechando la transmisión y el reparto de las tensiones de los rizomas al lecho marino.
- Científicamente comprobado que no daña a la *Posidonia oceanica*¹.
- No se ocupa superficie de pradera.
- No levanta material.
- Reversible, fácil de retirar y cambio de ubicación.

Por contra presenta una serie de desventajas o inconvenientes:

- Su versatilidad se reduce únicamente a las praderas de *Posidonia oceanica*.
- Limitado a tamaños entre 0,80 – 1,60 m de longitud de vástago.
- Montaje en conjunto para mayores tensiones.
- Supeditado a las características del sustrato y al grado de estructuras compactas que formen los rizomas de las *Posidonia oceanica*.

1 **Francour P., Soltan D. 2000.** *Suivi des ancrages de type "Harmony" dans les herbiers à Harmony Posidonia oceanica de la rade d'Agay et du Parc national de Port-Cros (Var, Méditerranée nord-occidentale).*

8.3.1.2.3. Sistema de anclaje "Manta Ray"

Este sistema consiste en una especie de ancla cuya cabeza se despliega una vez introducido en el terreno. Esta se hinca en el fondo en posición plegada y paralela a la dirección de penetración. Una vez llegado a la profundidad deseada se retira el seguro y se despliega la cabeza del anclaje.

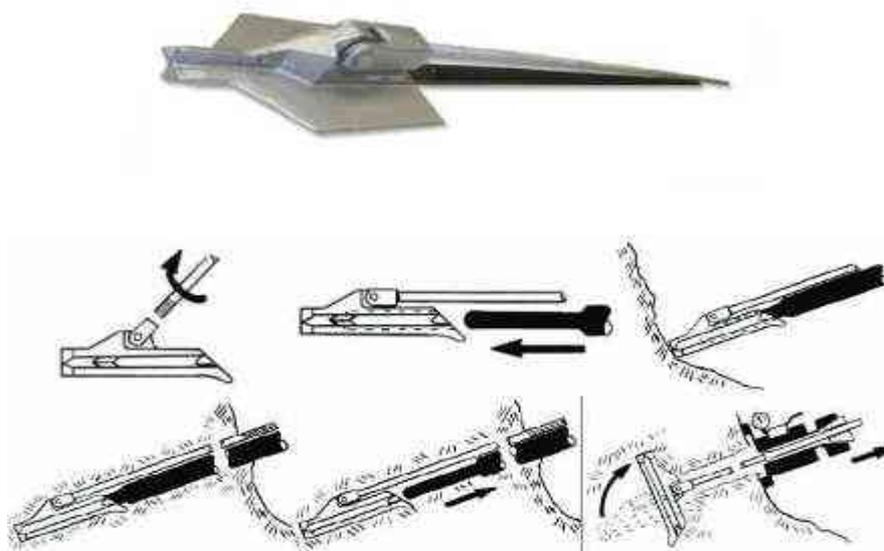


Figura 8.13. Anclaje Manta Ray e instalación del mismo.

Fuente: Estudio de soluciones para la instalación de fondeos y sistemas accesorios en aguas abiertas, sobre fondos marinos sensibles, de manera ambientalmente adecuada.

Su uso está extendido a sustratos arcillosos, arenosos, de gravas, escombros de coral y en general cualquier tipo de de lecho blando.

Sus principales ventajas son:

- Gran versatilidad dentro de los lechos blandos.
- Ocupación mínima.

Por otro lado, su inconvenientes resultan en:

- Mecanismo neumático especial y perjudicial para el sustrato.
- Gran dificultad para cambiar de ubicación, retirar.
- La forma del ancla daña a la *Posidonia oceanica*.

8.3.1.2.4. Sistema de anclaje por tacos químicos

Este sistema consiste en el taladrado de la roca con la colocación de unas pletinas o punto de anclaje único con varias varillas de acero inoxidable enroscadas o pernos con forma de anillo junto con una lechada/resina inyectada. Gran versatilidad frente a los lechos rocosos, idealmente compactos y sin fisuras.



Figura 8.14. Anclaje por tacos químicos sobre lecho rocoso.

Fuente: *Management guide for Marine Protected Areas of the Mediterranean Sea, Permanent Ecological Moorings.*

Los materiales, tanto las pletinas como los tornillos/varillas son de acero galvanizado calidad A4 de acero inoxidable.

Su funcionamiento radica concretamente en la resistencia de los materiales de las distintas partes del anclaje como de la propia resistencia de la resina/lechada y de la roca del lecho marino.

Como ejemplos de estas resinas tenemos:

- (HIT RE 500) Resina para grandes cargas: Se trata de una resina de alto rendimiento, que admite altos valores de carga. Se trata de un sistema seguro y de alto valor de adherencia, con un gran número de aplicaciones.
- (HAS-E) Varilla roscada de acero: Varilla con tuerca y arandela para aplicación como anclaje químico con resinas del tipo HVU y HIT.

Biselado a 45° que asegura un correcto mezclado de la resina durante la instalación. A continuación se muestra una figura con los tipos de varillas.

<i>Varilla roscada de acero galvanizado M24</i>	
Díametro de broca	28 mm.
Máximo espesor a fijar	54 mm.
Altura de la rejilla	54 mm.
Longitud	290 mm.
Espesor mínimo del material base	270 mm.
Referencia	HAS-E M 24 x 210/54
Díametro en placa	29 mm.
útil requerido para la colocación	TE-FY-SM24
Longitud de rosca	290 mm.
Ancho de llave SW	36 mm.
Homologaciones / Ensayos	Resistencia al fuego. DIBt
Recubrimiento	Galvanizado min. 5 µm
Tipo de fijación	Colocación previa
<i>Varilla roscada de acero galvanizado M 27</i>	
Díametro de broca	30 mm.
Máximo espesor a fijar	60 mm.
Altura de la rejilla	60 mm.
Longitud	340 mm.
Referencia	HAS-E M 27 x 240/60
Díametro en placa	31 mm.
útil requerido para la colocación	TE-FY ¾" +vaso hexagonal ¾" ancho de llave
Longitud de rosca	340 mm.
Ancho de llave SW	41 mm.
Homologaciones / Ensayos	Resistencia al fuego. DIBt
Recubrimiento	Galvanizado min. 5 µm
Tipo de fijación	Colocación previa

Figura 8.15. Tipo de varillas para el anclaje por tacos químicos.

Fuente: Proyecto de instalación de boyas de amarre en la Reserva Natural Marina de la Serra d'Irta (Castellón).



Figura 8.16. Instalación y detalle del anclaje por tacos químicos.

Fuente: Management guide for Marine Protected Areas of the Mediterranean Sea, Permanent Ecological Moorings.

Las principales ventajas de este sistema son:

- Ocupación muy pequeña de espacio en la roca (0,15 m²).
- Mínimo daño cuando se taladra y se inyecta la resina.
- Instalación precisa y sin necesidad de equipo pesado.

En cambio, presenta las siguientes desventajas:

- No es reversible ni sus materiales reutilizables.
- En caso de una perforadora neumática está limitado a profundidades someras por pérdida de presión del equipo de aire comprimido.
- Limitado a la calidad del lecho rocoso.

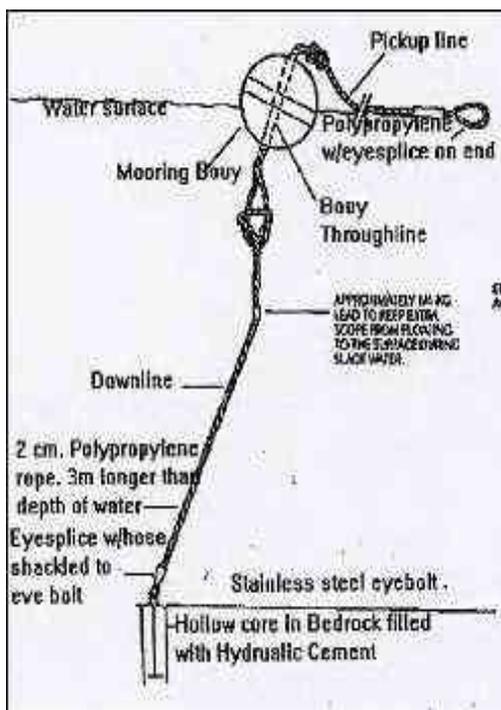
8.3.1.2.5. Sistema de anclaje HALAS

Este sistema está compuesto de un perno en forma de T invertida o una varilla en forma de U invertida que queda embebido en un cimiento de cemento epóxico en el sustrato marino. Está diseñado para terreno duros y rocosos.

Tanto el perno de 45 cm de longitud como la varilla en forma de U invertida están hechos en acero inoxidable. En el caso del perno se introduce en un agujero de unos 45 - 50 cm de longitud por 10 cm de diámetro. Es posible colocar varios de ellos para que trabajen conjuntamente.

El cemento epóxico suele ser de portland tipo II, confeccionado para aguas saladas, con aditivo catalizador.

Entre sus principales ventajas, se encuentran:



- Bien ejecutado, produce daño mínimo sobre sobre el fondo rocoso.
- Ocupación muy pequeña del propio fondo.
- Equipo y personal mínimo.

Según su inconvenientes, se tiene:

- No reversible ni sus materiales reutilizables.
- Limitado a la calidad del lecho rocosos.
- Trabajo arduo y fatigoso al taladrar.
- Unos 5 días de fraguado.
- Cementos más caros.

Figura 8.17. Detalle del sistema de anclaje HALAS.

Fuente: Proyecto de instalación de boyas de amarre en la Reserva Natural Marina de la Serra d'Irta (Castellón).

8.3.2. Recomendación de alternativa de anclaje

Si bien hay multitud de factores a tener en cuenta que afectan a la hora de elegir un sistema de anclaje, se debe buscar un compendio entre los beneficios que pueden aportar junto con el costo medioambiental, económico y social que pueden acarrear.

En ese sentido este proyecto no se limita a concretar sino a proponer, como recomendaciones a seguir, criterios a la hora de elegir un sistema de anclaje.

- Funcionalidad.
- Mínimo impacto; Ecológico.
- Coste económico.

El cálculo de estos deberá tener en cuenta las solicitaciones de viento, oleaje y corrientes presentes en el ámbito de estudio, **5.1. Medio físico**, así como los esfuerzos verticales y horizontales a causa del tipo de embarcación supuesta, según esloras, y al movimiento y borneo de las mismas para que el amarre se produzca en unas condiciones de seguridad óptima que permita el disfrute de la actividad.

A continuación se presenta una tabla a partir de un estudio llevado a cabo sobre qué sistemas de fondeo ecológicos usar en función de la tipología de suelos, “*Management guide for Marine Protected Areas of the Mediterranean Sea, Permanent Ecological Moorings*”. Dicha tabla persigue orientar, a título meramente informativo y siempre bajo supervisión de un experto, los sistemas de anclajes según la tipología de suelos.

Anclajes según fondo marino	
Suelos	Sistemas de anclaje
Arenas, fangos, gravas y guijarros	Sistema Harmony tipo S
Arenas, fangos, gravas y guijarros	Muertos de Hormigón
Lecho rocoso	Tacos químicos y HALAS
Formaciones colarígenas	Tacos químicos y HALAS
Praderas de <i>Posidonia oceanica</i>	Sistema Harmony tipo P

Tabla 8.6. Guía orientativa de los sistemas de anclajes según lecho marino.

Fuente: Elaboración propia.

La elección final de un sistema de anclaje vendrá dado por las condiciones concretas de cada punto de anclaje definido por las características del tipo de fondo en cada caso, como su composición y granulometría, potencia, coeficientes de rozamiento, etc.

En conclusión, se presenta recomendable tender hacia sistemas de anclajes ecológicos donde los sistemas de anclajes, según fondo marino, causan menor impacto y por tanto son menos dañinos. También, es aconsejable la incorporación de las boyas intermedias, independientemente del tipo de anclaje, que impidan el barrido con las cadenas o cabos de las praderas. Por otro lado, facilitan el amarre de las embarcaciones al ser directo sobre las boyas superficiales al mismo tiempo que se minimiza o eliminan las posibles consecuencias de las anclas.

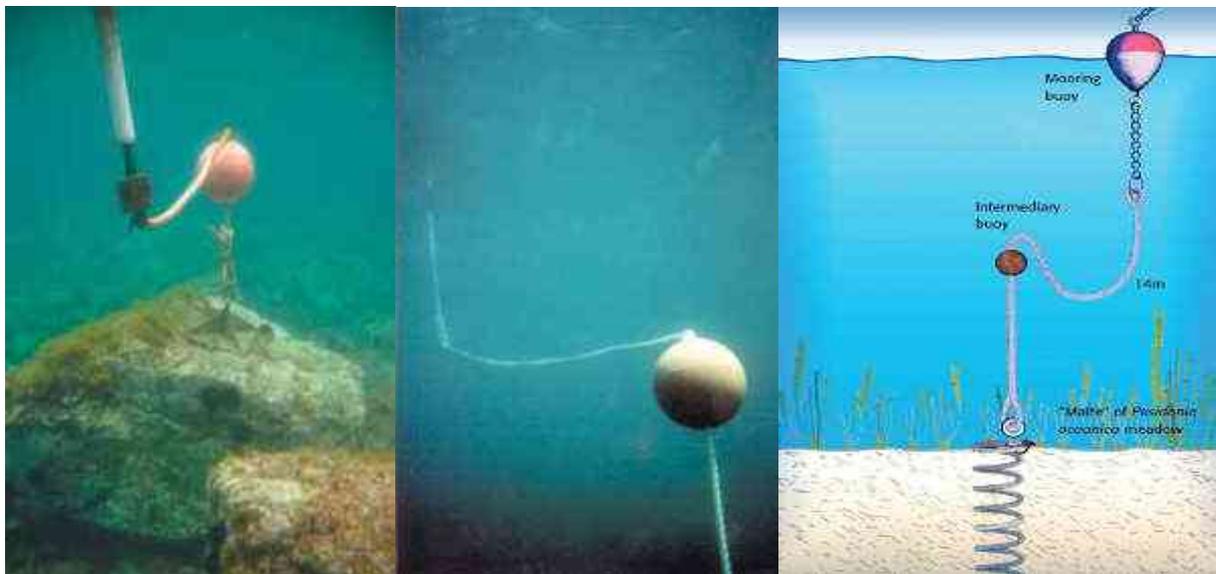


Figura 8.18. Esquema y ejemplos de sistemas de fondeos ecológicos.

Fuente: *Management guide for Marine Protected Areas of the Mediterranean Sea, Permanent Ecological Moorings.*

8.4. Resumen propuestas y alternativas

Con una propuesta concreta de la instalación de un campo de boyas en Santa Ponça y un planteamiento de alternativas de anclajes ecológicos, se sugiere oportuno definir una posibilidad de ordenación náutica junto con una estimación de la capacidad de la misma.

En el caso de Portals Vells, el alcance de los objetivos pasa por la definición de un área de protección sin la definición de ningún campo de boyas, cuyo fin último es su inclusión en el Área Marina del LIC de Cap de Cala de Figuera.

8.5. Propuesta de ordenación náutica

Con el fin de darle continuidad a la propuesta planteada en Santa Ponça y siguiendo los mismos criterios y objetivos fijados previamente, se presenta oportuno proponer una posible solución de ordenación interna del campo de boyas planteado. Este se regirá por las siguientes directrices.

- Condicionantes geográficos de la cala.
- Esloras > 5 m.
- Definición del barco tipo por boya.

En la medida de lo posible, y siempre en condiciones de seguridad marítima, la distribución interna del campo de boyas se hará de menor a mayor eslora a medida que la profundidad aumente garantizando espacios de borneos suficientes y definiendo en cada línea de boyas el barco tipo máximo que podrá amarrar, justo con el cuál se realizarán los cálculos pertinentes.

Así mismo, se ofrece, a título meramente orientativo, una estimación de la capacidad de la zona destinada a fondeo libre regulado a barcos de hasta 5 m de eslora para tener una idea de la cabida de embarcaciones en dicha zona.

A modo de resumen para facilitar la comprensión posterior, se presenta la distribución interna de las boyas según esloras. También se muestra el significado de la codificación seguida, mediante un ejemplo, para identificar las características del barco tipo empleado que define las áreas de ocupación de las embarcaciones debido al borneo de las mismas.

Distribución interna de los campos de boyas				
Tipo de boya	Verde	Amarilla	Naranja	Roja
Esloras	6 m -10 m	11 – 15 m	16 m - 20m	21 m – 26 m

Tabla 8.7. Tipos de boyas según esloras.

Fuente: Elaboración propia

Codificación de embarcaciones				
Código de eslora	Valor de eslora	Código profundidad	Valor profundidad	Codificación
E	5	P	7	E5P7

Tabla 8.8. Ejemplo de codificación de una barco de 5 m de eslora que fondea a 7 m de profundidad.

Fuente: Elaboración propia

De esta forma E5P7 corresponde a un barco de 5 m de eslora que fondea en un anclaje a 7 m de profundidad.

Los procedimientos e hipótesis asumidas así como la metodología empleada para llevar a cabo todos los cálculos necesarios se detallan en el **Anejo 14. Metodología y cálculos. Capacidad de carga**

Seguidamente se expone la propuesta designada para el campo de boyas de Santa Ponça.

8.5.1. Santa Ponça

La definición interna y la distribución del campo de boyas que aquí se plantea, en base a los objetivos originales de mantener y preservar las praderas de *Posidonia oceánica* para el caso de Santa Ponça, se sustenta en:

- Disminuir la presión actual de embarcaciones.
- Elección de anclajes ecológicos según lecho marino.
- Proporcionar fondeo a un amplio rango de esloras.

De esta forma, y teniendo en cuenta los condicionantes geográficos particulares de Santa Ponça, se ha estimado la instalación de 24 boyas ecológicas que se reparten en tres áreas.

El área 6, la más septentrional, con una extensión de 36.387,62 m² se sitúa entre la cota -5 m y -11 m y contiene 6 boyas. El área 7 contiene 4 boyas y se sitúa al sur del área 6, entre las cotas -5 m y -7 m. Tiene una extensión de 20.420,42 m². Por último, el área 8 ocupa una superficie de 29.984,44 m². Esta alberga 14 boyas y se sitúa al este, en la planicie central entre los -4 m y -6 m.

A continuación se muestra en una tabla la descripción de las 24 boyas.

Características de las boyas			
Nº de boya	Tipo de boya	Área	Codificación
1	Verde	8	E10P5
2	Verde	8	E10P5
3	Verde	8	E10P5
4	Verde	8	E10P5
5	Verde	8	E10P5
6	Verde	8	E10P5
7	Verde	8	E10P5
8	Verde	8	E10P5
9	Verde	8	E10P5
10	Verde	8	E10P5
11	Verde	8	E10P5
12	Verde	8	E10P5
13	Verde	8	E10P5
14	Verde	8	E10P5
15	Amarilla	7	E15P6
16	Amarilla	7	E15P6
17	Amarilla	7	E15P6
18	Amarilla	7	E15P6
19	Amarilla	6	E15P6
20	Amarilla	6	E15P6
21	Amarilla	6	E15P6
22	Naranja	6	E20P7
23	Naranja	6	E20P7
24	Roja	6	E26P9

Tabla 8.9. Listado y características de las boyas propuestas.

Fuente: Elaboración propia

Entre las tres áreas existentes se planifican canales interiores de navegación cuya anchura nominal viene dada por la embarcación de mayor eslora que prevé su uso. También se tiene en cuenta la zona rocosa al sur del área 8, dejando un amplio margen a la misma.

Finalmente la disposición del campo propuesto se muestra en la siguiente figura.



Figura 8.19. Campo de boyas propuesto para la bahía de Santa Ponça.

Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma que se ha procedido a la estimación de la capacidad del campo de boyas se realiza una valoración, meramente orientativa y en ningún caso propuesta de distribución, de las embarcaciones ≤ 5 m en las áreas de fondeo libre. Aunando dicha información al campo de boyas, se obtiene la siguiente configuración de fondeo.

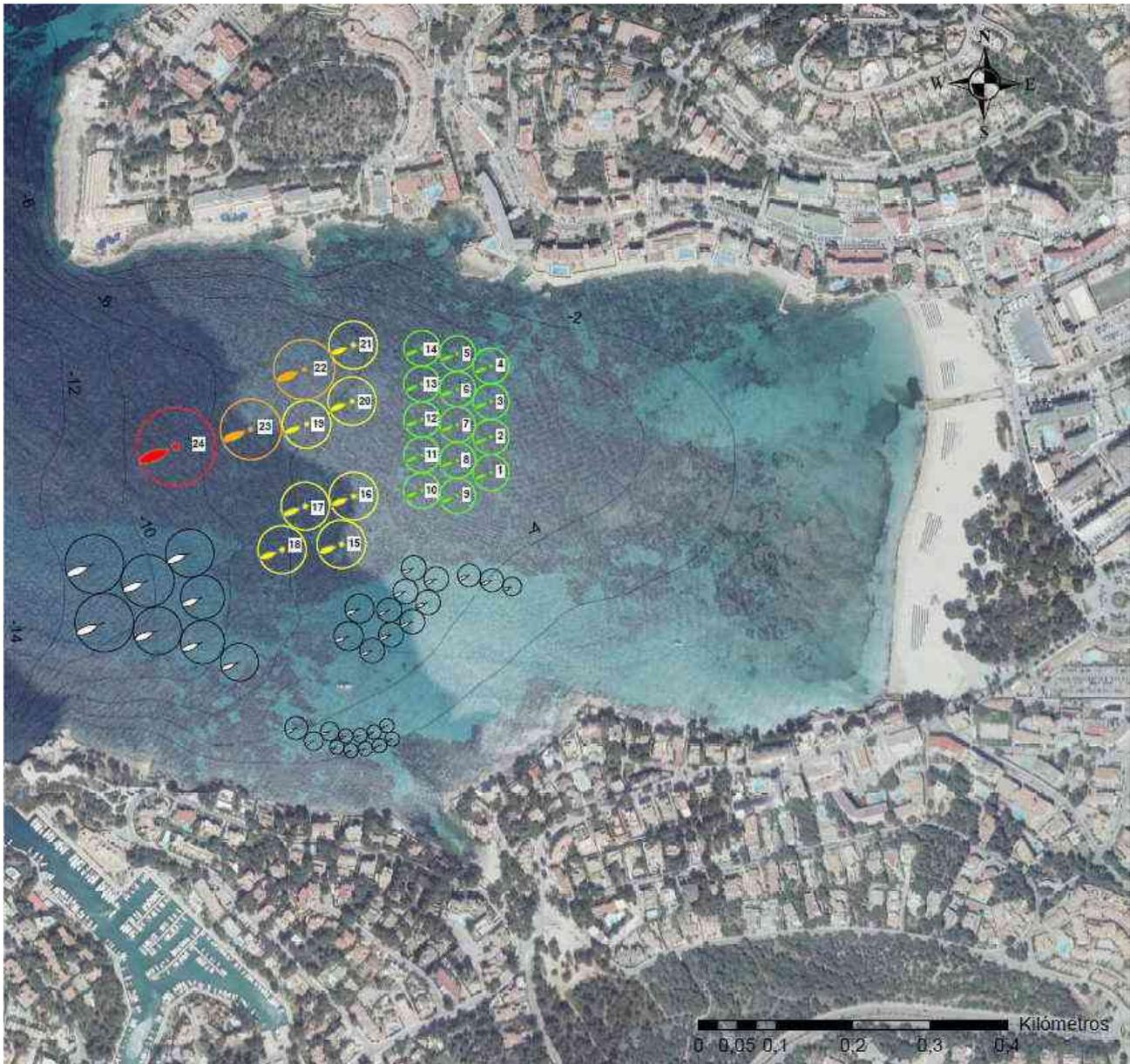


Figura 8.20. Estimación de la capacidad de la ensenada de Santa Ponça

Fuente: Elaboración propia.

La ocupación final con la configuración planteada resulta en un total de 57 embarcaciones, entre fondeo libre y campo de boyas, en la ensenada de Santa Ponça. Ello representa, exactamente, un **49,57 %** respecto del día de máximo conteo, correspondiente al **8 de Agosto del 2017** con **115** embarcaciones (ver Anejo 13. Diagnóstico). Por el lado contrario, el día de menor aforo, en temporada alta resultó ser el **10 de Marzo del 2017** con **0** embarcaciones contadas.

8.6. Pautas del plan de gestión

La realización de un plan de actuación como el propuesto aquí con la implantación de un campo de boyas en la ensenada de Santa Ponça, conlleva necesariamente un plan de gestión. Este tiene que prever como se va llevar a cabo la supervisión, mantenimiento, vigilancia y explotación de la propuesta. La gestión que se desprende de esta actuación puede ser de gestión directa o indirecta, según estime oportuno la administración competente.

En el caso de Portals Vells el plan de gestión tiene que contemplar la vigilancia y regulación del cumplimiento de los criterios propuestos, y en caso de ser añadido al LIC, incluirse en el plan de gestión de este.

A modo informativo y desde el **Servei de Medi Natural i Urbà**, se entiende que el marco general del plan de gestión debe contener dos aspectos importantes:

- La gestión en sí del campo de boyas de la que se deriva la supervisión, mantenimiento, vigilancia y explotación del mismo.
- Un plan que gestione la protección y preservación del medio marino de las zonas de fondeo mediante el estudio y diagnóstico continuo de la evolución del mismo, concretamente las praderas de *Posidonia oceanica*, y los impactos que se ejercen sobre la fanerógama.

Además, la gestión que resulta de la supervisión, mantenimiento, vigilancia y explotación del campo de boyas propuesto en la ensenada de Santa Ponça, se desglosa:

- Supervisión, vigilancia y explotación que se debe del propio uso del campo de boyas por parte de los usuarios, en base a unas normas estipuladas.
- Control y mantenimiento del sistema de anclaje, desde el elemento de fijación hasta la boya superficial, que se debe al propio uso así como por el desgaste debido a los agentes ambientales.

Todo ello debería ser coordinado desde un mismo organismo público, dependiente del Govern Balear en colaboración directa con otras áreas del mismo, en el cuál se delegue toda la responsabilidad y tenga la autonomía para llevar a cabo las medidas y planes oportunos.

A continuación se presenta una relación, como recomendaciones, de los contenidos mínimos que debiera incluir cada apartado del *Plan de Gestión*.

8.6.1. Supervisión, vigilancia y explotación del campo de boyas

Seguidamente se hace una exposición de los punto mínimos que podría contener este apartado.

- Informar de la clasificación de las boyas por superficie ocupada, esloras aceptadas, horarios de uso y precio por el amarre según esloras y tiempo de permanencia.
- Vigilancia y supervisión de amarre correcto y en la boya reservada. Control de las matriculas de las embarcaciones.
- Sistema telemático de comunicación para el sistema de reservas, abono y emergencias.
- Recogida, eliminación, prevención y vigilancia del vertido de residuos al medio marino.
- Recopilación de información de las características de las embarcaciones, tiempos y residuos generados para generar una base de datos que permita mejorar el propio *Plan de Gestión*.

8.6.2. Control y mantenimiento del campo de boyas

Con motivo de ofrecer un servicio de fondeo en base a unas condiciones de calidad y seguridad, se debe elaborar un *Plan de Mantenimiento*.

- Revisión de las líneas de boya, de fondeo y anclaje.
- Revisión y mantenimiento del sistema de fijación del anclaje ecológico.
- Control de pérdida de tensión del sistema de anclaje.
- Sustitución, en caso de que sea necesario, de cualquier elemento del sistema.

8.6.3. Protección y preservación del medio marino

Por otro lado, el *Plan de Gestión* debe plantear un plan de vigilancia, de carácter medioambiental, donde las prioridades sean vigilar que realmente se cumplen los objetivos definidos de protección y preservación de las praderas de *Posidonia oceanica*.

- Vigilancia efectiva destinada a la protección los recursos marinos y al cumplimiento de la legislación ambiental

- Planes de retiradas controladas de los fondeos fijos existentes de uso particular.
- Planes de limpieza y retirada de cualquier tipo de residuos como botellas, plásticos, anclas, cadenas, pequeñas embarcaciones del fondo marino, que incluya la participación de las secciones del litoral y patrimonio de la institución pertinente.
- Planes de estudios biológicos y control tanto del estado como de la evolución del fondo marino y las praderas de *Posidonia oceanica* frente al impacto de las propuestas de actuación.
- Planes de sensibilización, concienciación y educación medioambiental.

9. Plan de sensibilización

Desde el servicio de Medio Natural y Urbano del Ayuntamiento de Calvià, se llevan a cabo programas de sensibilización del medio ambiente a través de la educación ambiental. Seguidamente se exponen las actividades y trabajos que se han llevado a cabo en este 2016-2017, en relación con la zona de litoral y marina y consecuentemente con el presente proyecto.

9.1. Programa de actividades de educación ambiental para niños y jóvenes en la costa

Desde el servicio de Medio Natural y Urbano se organizan, con el propio personal del servicio, los talleres de educación ambiental “Calvià solar” y “Acosta't a la costa” y se ofrecen también a los escolares los siguientes talleres que llevan a cabo empresas y entidades colaboradoras del servicio:

- El mosquito Tigre a cargo de Lokímica.
- Animales de compañía: curas i responsabilidades a cargo de BALDEA y SOS Animal.
- Los tesoros del bosque mediterráneo, con la colaboración de Xarxa Forestal y IBANAT.
- Biología de los mamíferos marinos, un tesoro escondido en la sierra de Tramuntana, talleres de aves, tortugas marinas y una visita guiada a las instalaciones de Marineland a cargo de Marineland.

Además de estos talleres de educación ambiental, el servicio de Medio Natural y Urbano ofrece a los centros educativos del municipio la visita a la finca Galatzó.

9.2. Talleres de educación ambiental organizados desde el servicio de medio natural y urbano, respecto al medio costero

9.2.1. “Acosta't a la costa”

La actividad “Acosta't a la costa de Calvià” la realiza el propio personal del servicio y tiene como objetivo conocer los aspectos geológicos, biológicos (tanto del litoral rocoso y arenoso como del agua), ecológicos (conservación y pérdida de la biodiversidad), algunos aspectos históricos y

curiosidades de la zona. Con esta actividad también se pretende sensibilizar respecto de la conservación de este patrimonio histórico y natural de nuestro litoral. Se llevan a cabo las explicaciones “in situ”, en este caso, en la playa de l'Oratori de Portals Nous.

Este taller se ha llevado a cabo en Portals Nous y en Palmanova con alumnos de secundaria, en Portals Vells y con alumnos de primaria del CEIP de Son Ferrer y playa del Toro, abierto a toda la ciudadanía.



Figura 9.1. Los alumnos del CEIP Son Ferrer escuchan las explicaciones del taller “Acosta’t a la costa”.

Fuente: Servicio Medio Natural y Urbano. Ayuntamiento de Calvià.

9.2.2. “Cuida la playa”

Dentro de la campaña de concienciación sobre la *Posidonia oceanica*, el servicio de Medio Natural y Urbano ofrece tres de las actividades educativas previstas en las playas del municipio y en los colegios de verano. Estas actividades las lleva a cabo Cruz Roja Illes Balears en Santa Ponça, Son Maties y Es Carregador (Palmanova).



Figura 9.2. Voluntarios de Cruz Roja con alumnos del colegio de verano de Ses Rotes Velles, identifican microplásticos.

Fuente: Servicio Medio Natural y Urbano. Ayuntamiento de Calvià.

9.3. Jornadas de limpieza y concienciación ambiental

9.3.1. Campaña Let's Clean Up Europe

“Let's Clean Up Europe 2017” se trata de una acción común en toda Europa para concienciar sobre la cantidad de residuos que se tiran de forma incontrolada en nuestro entorno y promover la recogida. La edición de este año contempla la posibilidad de realizar acciones de retirada de residuos, así como, acciones de concienciación para promover la reducción, la reutilización y el reciclaje (3R's) de los residuos que se generan en las Baleares.

Los días de mayor concentración de acciones son del 12 al 14 de mayo, las acciones se pueden hacer dentro de todo el periodo de primavera, considerado desde el 1 de marzo hasta el 30 de junio. Desde el Servicio de Medio Natural y Urbano del Ayuntamiento de Calvià se han registrado 10 actuaciones dentro de la campaña europea.



Relación de actuaciones incluidas en el “Let's Clean Up Europe 2017”:

1. Jornada de limpieza del Área Biológica Crítica de Magaluf, 3 y 4 de marzo.
2. Limpieza del litoral y fondo marino en el Caló des Monjo con Palma Diving, 18 de marzo.
3. Limpieza del litoral en Son Maties (Palmanova), 17 de abril.
4. “Día del Plástico” en Port Adriano, 22 de abril.
5. Limpieza del Área Biológica Crítica de Magaluf, 12 de mayo.
6. Limpieza con los alumnos del IES Bendinat de la zona boscosa cercana al centro, 17 de mayo.
7. Limpieza del litoral de Portals Vells con los alumnos del CEIP Son Ferrer, 18 de mayo.
8. Limpieza del litoral y fondo marino en Bendinat (Isurus), 28 de mayo.
9. Limpieza del litoral y fondo marino en la playa de Son Caliu, 4 de junio.
10. Limpieza del litoral en la playa de Palmanova con los alumnos de primero de ESO de IES Junípero Serra de Palma, 20 de junio.

9.4. Limpiezas del fondo marino y litoral

9.4.1. Limpieza del fondo marino y litoral en el Caló des Monjo

Sábado 18 de marzo: Actuación organizada por Palma Diving y incluida en la campaña europea "Let's clean up Europe 2017" que ha consistido en la limpieza de residuos tanto de la playa como del fondo marino por parte de 6 voluntarios. Se han retirado aproximadamente 10 kilos de residuos.



Figura 9.3. Equipo de voluntarios para realizar la limpieza en es Caló des Monjo.

Fuente: Servicio Medio Natural y Urbano. Ayuntamiento de Calvià.

9.4.2.Limpieza de la playa de Son Maties, Palmanova

Lunes 17 de abril: Jornada de limpieza donde participan entidades ciudadanas y clubs deportivos en un ambiente familiar con el objetivo de recoger residuos del litoral y aprovechar parte de los residuos para elaborar las esculturas del proyecto 3R. Participan unos sesenta voluntarios de todas las edades así como la asociación de vecinos de Son Caliu, el club de Rugby de El Toro y los clubs de buceo Ondine y Palma Diving. Esta limpieza forma parte del programa europeo Clean Up Europe y se retiraron 47 kilos de residuos.



Figura 9.4. Equipo de voluntarios para la limpieza en Son Maties, Palmanova.

Fuente: Servicio Medio Natural y Urbano. Ayuntamiento de Calvià.

9.4.3. "DÍA DEL PLÁSTICO" en Port Adriano



Figura 9.5. Escultura realizada con residuos encontrados en el mar. Día del plástico en Port Adriano.

Fuente: Servicio Medio Natural y Urbano. Ayuntamiento de Calvià.

Sábado 22 de abril 2017: Durante la jornada del Día del Plástico, en Port Adriano, se instaló una carpa con un punto de información del servicio de Medio Natural y Urbano que, durante todo el día, ofreció a los visitantes información sobre los proyectos relacionados con el mar y la limpieza de residuos por parte del voluntariado ambiental. También se ofreció se el taller “Acosta’t a la costa” abierto a todo el público interesado.

9.4.4.Limpieza del fondeo marino en la playa Bouganbilla, 6 de mayo

En esta actuación de limpieza, de carácter urgente, participaron cinco voluntarios de Protemar que retiraron del fondo marino 240 kilos de residuos.



Figura 9.6. Retirada de carácter urgente de residuos pesados en la playa Boungambilla.

Fuente: Servicio Medio Natural y Urbano. Ayuntamiento de Calvià.

9.4.5.Limpieza del litoral de Portals Vells con alumnos del CEIP Son Ferrer, 18 de mayo

El alumnado de tercer curso de primaria del CEIP Son Ferrer, junto con el profesorado ha participado en una jornada de educación ambiental con el objetivo de conocer el litoral de Calvià y sus especies vegetales terrestres y marinas, tanto propias como invasoras y, además han

colaborado en la limpieza de la playa de Portals Vells. Esta limpieza forma parte del programa europeo "Let's Clean Up Europe".



Figura 9.7. Equipo de voluntarios con alumnos del CEIP Son Ferrer para la limpieza en Portals Vells.

Fuente: Servicio Medio Natural y Urbano. Ayuntamiento de Calvià.

9.4.6. Limpieza de litoral y fondo marino en Bendinat (Isurus), 28 de mayo

La limpieza del fondo marino de cala Bendinat se ha llevado a cabo por 23 voluntarios del club de buceo Isurus con la colaboración de Protección Civil. Se han retirado 116 kilos de residuos del litoral. Esta actuación para mantener la costa de Calvià limpia se ha inscrito en el proyecto europeo "Let's Clean Up, Europe".



Figura 9.8. Equipo de voluntarios para la limpieza en cala Bendinat.

Fuente: Servicio Medio Natural y Urbano. Ayuntamiento de Calvià.

9.4.7. Limpieza del litoral de la playa de Son Maties, 11 de junio

La limpieza del litoral y el fondo marino en la playa de Son Maties la ha llevado a cabo el club de buceo Big Blue Diving, con la colaboración de Protemar (Protección civil) y de Calvià 2000. El hotel Hawaii Palmanova&Suites colabora en esta actuación ofreciendo un refrigerio a los 21 voluntarios participantes en la limpieza. Se retiraron en este caso, 340 kilos de residuos del litoral y fondo marino.



Figura 9.9. Equipo de voluntarios con alumnos del CEIP Son Ferrer para la limpieza en Son Maties.

Fuente: Servicio Medio Natural y Urbano. Ayuntamiento de Calvià.

9.4.8. Limpieza del litoral en la playa de Palmanova con los alumnos de primero de ESO del IES Junípero Serra de Palma, 20 de junio

Unos sesenta alumnos de secundaria del instituto Junípero Serra han llevado a cabo con su profesorado, la limpieza de la playa de Palmanova y también han participado activamente en una actividad educativa en la misma playa, con el objetivo de descubrir el hábitat de la Posidonia y conocer aspectos desconocidos del mediterráneo así como tomar consciencia de la importancia de tener en cuenta y respetar el entorno. Han colaborado en esta actividad Calvià 2000, que se ha encargado del tratamiento de los residuos retirados y el hotel Trópico que ha obsequiado a los participantes con fruta y bebida. Se han retirado 14 kilos de residuos y 7 kilos de envases plásticos. Esta actividad cerró el calendario de Calvià de las limpiezas inscritas en el “Clean Up Europe”.



Figura 9.10. Equipo de voluntarios con alumnos del IES Junípero Serra de Palma para la limpieza en la playa de Palmanova.

Fuente: Servicio Medio Natural y Urbano. Ayuntamiento de Calvià.

9.5. Cazasubfoto en apnea, 2017

La finalidad de esta actividad organizada con la colaboración de la entidad Apnea Mallorca, es concienciar a la ciudadanía del valor del patrimonio natural del litoral de Calvià, incidiendo sobretodo en el conocimiento y la protección del hábitat de la Posidonia oceanica.

Esta actividad consiste en realizar fotografías, en inmersiones a pulmón, de la fauna y flora submarinas en una prueba puntuable para el II Campeonato Cazasubfoto en apnea.

La actividad fotográfica tubo lugar en el Caló des Monjo (Peguera) el 1 de julio con la participación de entre 40 y 50 personas. También participaron algunos niños acompañados de sus familiares. Posteriormente día 9 de julio se libraron los premios a las mejores fotografías y el público pudo ver las imágenes seleccionadas en la sala de Palmanova.

9.6. Campaña de concienciación y sensibilización sobre la *Posidonia oceanica* y los fondeos de las embarcaciones, 2017

La campaña de concienciación y sensibilización sobre la *Posidonia oceanica* organizada por el Servicio de Medio Natural y Urbano del Ayuntamiento de Calvià, con la colaboración de la Cruz Roja Illes Balears y de Calvià 2000, se lleva a cabo durante todo el verano, de julio a septiembre y tiene como principal objetivo concienciar y informar sobre la normativa de espacios naturales y las especies protegidas, principalmente haciendo referencia a la *Posidonia oceanica*.

Los voluntarios de la Cruz Roja que participan en la campaña que se inició el mes de junio de 2016, se desplazan en kayak y recomiendan a todas las embarcaciones que se encuentran cerca de la costa que hagan fondeo responsable y, de esta manera, protejan la *Posidonia oceanica* así como también la costa. Paralelamente, los voluntarios también llevan a cabo limpiezas de la costa y reparten material informativo. Una novedad de esta edición de la campaña es la instalación de medidores de colillas “lloscòmetre” en la playa del Mago con el objetivo de depositar en el las colillas de los cigarrillos y concienciar a los turistas y visitantes del impacto que dejan en las playas.



Figura 9.11. Instalación de medidores de colillas “lloscòmetre” por parte de Cruz Roja en playa del Mago.

Fuente: Servicio Medio Natural y Urbano. Ayuntamiento de Calvià.

Se han llevado a cabo 21 actuaciones de información y vigilancia ambiental los martes y viernes de los meses de julio, agosto y septiembre desde las 17h hasta las 19h en Portals Vells. La campaña también ha previsto seis talleres de educación ambiental en las playas de Palmira en Peguera, Santa Ponça, El Toro, Son Maties (Palmanova), Es Carregador (Palmanova) y s'Oratori (Portals Nous). Estos talleres se han llevado a cabo con los visitantes y usuarios de las playas.



Figura 9.12. Equipo de voluntarios de Cruz Roja en la campaña de concienciación y sensibilización en Portals Vells.

Fuente: Servicio Medio Natural y Urbano. Ayuntamiento de Calvià.

La novedad de este año es que también se han ofertado los talleres de educación ambiental a los colegios de verano próximos a estas playas, durante las mañanas de 10 a 12h. Han participado en estos talleres los niños de los colegios de verano de Rotes Velles, el 9 de agosto en la playa de Santa Ponça y el colegio de verano de Cas Saboners el 23 de agosto. La campaña se ha financiado con parte del importe captado en el Mallorca Live Festival por la venta de vasos reutilizables.

9.6.1. Comparativa de datos de los años 2016/2017



Figura 9.13. Comparación de datos 2016-2017 de la campaña en Portals Vells.

Fuente: Servicio Medio Natural y Urbano. Ayuntamiento de Calvià.

10. Conclusiones

Como respuesta a los objetivos propuestos en el presente documento, y a raíz de los estudios de evaluación de la presión de embarcaciones fondeadas y del estado de las praderas de Posidonia, se ha podido llegar a diversas conclusiones:

1. A través del estudio de presión de fondeo, se ha podido corroborar la incipiente presión de embarcaciones fondeadas en temporada alta en los diversos emplazamientos. Más concretamente, se ha podido comprobar que Santa Ponça y Portals Vells, son las zonas con mayor frecuencia de embarcaciones fondeadas.
2. Referente al estudio realizado sobre la evaluación del estado de la Posidonia en Santa Ponça y Portals Vells, se ha podido comprobar mediante el descriptor de densidad global, el estado de conservación de las praderas evaluadas. Se ha determinado que las estaciones de menor profundidad de Santa Ponça se encuentran en un estado de conservación desfavorable-inadecuado y desfavorable-malo y que la totalidad de las estaciones evaluadas en Portals Vells presentan un estado de conservación de las praderas desfavorable-malo. Así mismo, mediante el descriptor de cobertura, en el caso de Portals Vells, se ha determinado la presencia de hábitat de mata muerta de Posidonia en la zona central-oeste de la cala, lo que corrobora que existe un desequilibrio en el sistema litoral-costero.

Por otro lado, del análisis técnico se desmarcan claras evidencias, en primer lugar, de la urgente necesidad de un marco regulativo en torno al fondeo libre de embarcaciones concreta y exclusivamente sobre una especie protegida e incluida en la Directiva de Hábitats como son las praderas de *Posidonia oceanica*. En segundo lugar, la implantación de medidas estructurales de reducción de la presión sobre dichos fondos mediante el empleo de anclajes ecológicos.

Todo ello lleva a considerar que la protección y preservación de la especie pasa por la implantación de medidas tanto estructurales como no estructurales, que necesariamente sean bajo una actuación de las administraciones competentes, en las materias en cuestión, consensuándose acuerdos y planes de acción conjuntos.

Agradecimientos

Por todo el trabajo que ha conllevado este proyecto, agradecer principalmente al equipo de proyecto del Servicio de Medio Natural y Urbano del Ayuntamiento de Calvià; Juan Recasens Oliver, Eduardo Cózar Chillerón y M^a Francisca Sánchez Font, por la iniciativa, apoyo y motivación que mostraron desde el primer momento por llevar a cabo el Proyecto Mar.

Por la información proporcionada para el proyecto, cabe hacer mención de *Red Eléctrica España* y concretamente a Borja Álvarez por su interés y aportación al proyecto. Así como también cabe destacar a la *Consellera de Medio Ambiente de Formentera*, Daisee Aguilera, por su asesoramiento en base a los proyectos *Save Posidonia Project*.

Agradecer también a los buceadores profesionales Álex Bensedik y Jaime Ros, por todo el trabajo llevado a cabo y la ayuda ofrecida en la organización y ejecución de los trabajos subacuáticos. Seguidamente también hacer mención a la investigadora del IMEDEA, Inés Castejón, por todo el trabajo de asesoramiento y seguimiento del proyecto en base a su gran experiencia en estudios sobre la especie *Posidonia oceanica*. En cuanto a la realización de las mediciones subacuáticas, cabe destacar la participación y colaboración de entidades como *Palma Diving*, *Cruceros Mansaya S.L*, *ZOEA*, *Club Náutico de Santa Ponça*, *ISURUS* y *Apnea Mallorca*, que nos proporcionaron todo el material y recursos necesarios para poder llevar a cabo los trabajos subacuáticos.

Por parte de *Demarcación de Costas de las Islas Baleares*, agradecer a Gabriel Silva, por su continuo asesoramiento y guía en el enfoque del proyecto. Así como también, a la *Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears*, concretamente a Alicia Florit del departamento de *Espais Naturals i Biodiversitat* y Marcial Bardolet del *IBANAT* por su interés en el proyecto y asesoramiento de las vías legales para elevar a nivel autonómico el presente proyecto.

Por último, agradecer la ayuda y aprobación del proyecto por parte del propio Ayuntamiento de Calvià, del equipo de gobierno y del equipo PGOU, así como también de forma externa al Ayuntamiento, por los puertos deportivos y entidades que forman parte del municipio.

11. Bibliografía

Introducción

Ayuntamiento de Calvià (2001). Plan Integral del Litoral de Calvià.

IMEDEA (2005). Estrategia Gestión Costera en Baleares. Islas Baleares.

Antecedentes

Kendrick, G. A., Hegge, B. J., Wyllie, A., Davidson, A., & Lord, D. A. (2000). Changes in seagrass cover on Success and Parmelia Banks, Western Australia between 1965 and 1995. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50(3), 341-353.

Pasqualini, V., Pergent-Martini, C., Clabaut, P., & Pergent, G. (1998). Mapping of *Posidonia oceanica* using Aerial Photographs and Side Scan Sonar: Application off the Island of Corsica (France). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47(3), 359-367.

Pasqualini, V., Pergent-Martini, C., Pergent, G., Agreil, M., Skoufas, G., Sourbes, L., & Tsirika, A. (2005). Use of SPOT 5 for mapping seagrasses: An application to *Posidonia oceanica*. *Remote Sensing of Environment*, 94(1), 39-45.

Inventario Ambiental

Medio físico

Conselleria de territori i Habitatge. Proyecto de instalación de boyas de amarre en la Reserva Natural Marina de la Serra d'Irta (Castellón). Generalitat Valenciana. Comunidad Valenciana, 259 p.

CBBA. Análisis ambiental para la modificación de usos para la unidad de actuación UA-SP-01. Islas Baleares, 26 p.

Tecnoambiente. (2011). Interconexión eléctrica Mallorca-Eivissa (Cable a 132 kV Torrent – Santa Ponça). Estudio de impacto ambiental. Red Eléctrica de España. 443 p.

AEMET. [Http://www.aemet.es](http://www.aemet.es). Catálogo AEMET. Plan RISP. Series (1981-2010). Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Puertos del Estado. [Http://www.puertos.es](http://www.puertos.es). Banco de datos oceanográficos. Conjunto de datos SIMAR. Ministerio de Fomento.

Medio biológico

Bermejo, E., Martínez, R., & Cornejo, J. M. (2001, June). El atlas de hábitats naturales y seminaturales de España: presentación y propuesta de uso integrado con otras cartografías de vegetación. In *Congresos-CARGA FINAL*.

Bianchi, C. N., & Morri, C. (2000). Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine pollution bulletin*, 40(5), 367-376.

de España, G. (2011). Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Madrid, Spain. *Boletín Oficial del Estado*, de, 23.

Habitats, D. (1992). Directiva 92/43. *CEE del Consejo*, de, 21.

Morillo Fernández, C. (2003). Manual de Interpretación de los Hábitats de España, vols 1 & 2. TRAGSA, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. de España, G. (2011). Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Madrid, Spain. *Boletín Oficial del Estado*, de, 23.

Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, A., Serrano, A., Marín, L., & Brito, A. (2012). Inventario español de hábitats y especies marinos. Guía interpretativa: inventario español de hábitats marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

Material y métodos

Sánchez-Lizaso, J. L. (1993). Estudio de la pradera de *Posidonia oceanica* (L.) Delile de la Reserva Marina de Tabarca (Alicante): Fenología y producción primaria.

Sánchez Poveda, M., Pato, M., & Sánchez-Lizaso, J. L. (1996). Un nuevo índice para caracterizar el estado de conservación de las praderas de *Posidonia oceanica* (L.) Delile.

Short, F. T., & Coles, R. G. (Eds.). (2001). *Global seagrass research methods*(Vol. 33). Elsevier.

Diagnóstico

Backhurst, M.K. & Cole, R.G. (2000) Biological impacts of boating at Kawau Island, northeastern New Zealand. *Journal of environmental management*, 60: 239-251.

Boudouresque, C.F., Arrighi, F., Finelli, F. and Lefèvre, J.R. 1995. 'Arrachage des faisceaux de *Posidonia*

oceanica par les ancras: un protocole d'étude', *Rapports de la Commission internationale d'Exploration de la Mer Méditerranée*, 34, 21.

De Boer, W. F. (2007). Seagrass–sediment interactions, positive feedbacks and critical thresholds for occurrence: a review. *Hydrobiologia*, 591(1), 5-24.

Francour, P., Ganteaume, A., Poulain, M., 1999. Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros National Park (north-western Mediterranean Sea). *Aquat. Conserv.* 9, 391– 400.

Ganteaume, A., & Bonhomme, P. Impact de l'ancrage des bateaux de plaisance sur la prairie à *Posidonia oceanica* dans le Parc national de Port—Gros.

García Charton, J. A., Bayle-Sempere, J. T., Sánchez-Lizaso, J. L., Chiesa, P., Llaurodo, F., Pérez, C., & Djian, H. (1993). *Respuesta de la pradera de Posidonia oceanica y su ictiofauna asociada al anclaje de embarcaciones en el Parque Nacional de Port-Cros (Francia)*.

Hendriks, I. E., Tenan, S., Tavecchia, G., Marbà, N., Jordà, G., Deudero, S., ... & Duarte, C. M. (2013). Boat anchoring impacts coastal populations of the pen shell, the largest bivalve in the Mediterranean. *Biological Conservation*, 160, 105-113.

Leriche, A., Pasqualini, V., Boudouresque, C. F., Bernard, G., Bonhomme, P., Clabaut, P., & Denis, J. (2006). Spatial, temporal and structural variations of a *Posidonia oceanica* seagrass meadow facing human activities. *Aquatic Botany*, 84(4), 287-293.

Marbà, N., Duarte, C. M., Agustí, S., Calleja, M. L., Díaz-Almela, E. L. E. N. A., Santiago, R., & Martínez, R. (2006). Regresión de praderas de *Posidonia oceanica* y calidad ambiental en el Parque Nacional del Archipiélago de Cabrera: Causas y Magnitud. *Proyectos de investigación en parques nacionales. MAGRAMA*, 149-159.

Milazzo, M.; Badalamenti, F.; Ceccherelli, G. & Chemello, R. (2004) Boat anchoring on *Posidonia oceanica* beds in a marine protected area (Italy, western mediterranean): effect of anchor types in different anchoring stages. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 299: 51-62.

Montefalcone, M., Parravicini, V., Vacchi, M., Albertelli, G., Ferrari, M., Morri, C., & Bianchi, C. N. (2010). Human influence on seagrass habitat fragmentation in NW Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86(2), 292-298.

Morell Lujan-Williams, C., Banach-Esteve, G., Vazquez-Luis, M., Borg, J. A., Alvarez, E., & Deudero, S. (2013). Impact of boat anchoring on the Mediterranean endemic bivalve *Pinna nobilis*: an experimental approach.

Occhipinti-Ambrogi, A. (2007). Global change and marine communities: alien species and climate change.

Marine pollution bulletin, 55(7), 342-352.

Pergent, G., Pergent-Martini, C., & Boudouresque, C. F. (1995). Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mésogée*, 54, 3-27.

Tanner, J. E. (2005). Edge effects on fauna in fragmented seagrass meadows. *Austral Ecology*, 30(2), 210-218.

Widmer, W.M. & Underwood, A.J. (2004) Factors affecting traffic and anchoring patterns of recreational boats in Sydney Harbour, Australia. *Landscape and urban planning*, 66 (3):173-183.

Propuestas y plan de acción

Agencia de Medio Ambiente y Agua. (2012). Propuesta de servicio para la instalación de boyas de fondeo para embarcaciones de buceo y náutica de recreo. Acción C2 del proyecto LIFE09NAT/E/00534. "Conservación de las praderas de *Posidonia oceanica* en el mediterráneo andaluz". Junta de Andalucía, 88 p.

Balaguer, P. Afluencia y capacidad de embarcaciones de recreo en la costa de las Illes Balears. IMEDEA. Govern de les Illes Balears. Islas Baleares, 120 p.

Balaguer, P., Diedrich, A., Sardá, R., Fuster, M., Cañellas, B., & Tintoré, J. (2011). Spatial analysis of recreational boating as a first key step for marine spatial planning in Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Ocean & coastal management*, 54(3), 241-249.

CBBA . Estudio de soluciones para la instalación de fondeos y sistemas accesorios en aguas abiertas, sobre fondos marinos sensibles, de manera ambientalmente adecuada. Islas Baleares, 16 p.

Conselleria de territori i Habitatge. Proyecto de instalación de boyas de amarre en la Reserva Natural Marina de la Serra d'Irta (Castellón). Generalitat Valenciana. Comunidad Valenciana, 259 p.

Fernández Suárez de la Vega, A. (2012). Trabajo fin de grado: Impacto y desarrollo de campos de boyas en las Islas Baleares. Universidad de Cantabria, 216 p.

Francour P., Magréau J.F., Mannoni P.A., Cottalorda J.M., Gratiot J. 2006. Management guide for Marine Protected Areas of the Mediterranean sea. Permanent Ecological Moorings. Université Nice-Sophia Antipolis & Parc National de Port-Cros, Nice, 69 p

Francour P., Soltan D. 2000. Suivis des ancrages de type 'Harmony' dans les herbiers à *Posidonia oceanica* de la rade d'Agay et du parc national de Port-Cros (Var, Méditerranée nord-occidentale). Contrat Société SMAT & Laboratoire Environnement Marin Littoral. LEML, Nice, 33.

García Ardura, N. (2012). Trabajo fin de grado: Análisis, desarrollo y gestión de áreas de boyas en las Islas Baleares. Universidad de Cantabria, 490 p.

Govern de les Illes Balears. (2013). Plec de prescripcions tècniques que regeixen el contracte de serveis y explotació que inclou la instal·lació, manteniment i vigilància de les boies i barques, als LIC del Project "LIFE POSIDÒNIA" a les Illes Balears. Islas Baleares, 56 p.

Instituto portuario de estudios y cooperación de la Comunidad Valenciana.(2011).Recomendaciones para el diseño de puertos deportivos en la Región de Murcia. Consejería de Obras Públicas y Ordenación del territorio, 101 p.

Moreno, J. Tools for visitors. Management in Cabrera National Park Marine Area. Ministerio de Medio Ambiente. Parques Nacionales. 22 p.