

ÍNDICE DE CONTENIDOS

0	DESARROLLO DE LÍNEAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACIÓN DEL HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO 1120* PRADERAS DE POSIDONIA (<i>POSIDONION OCEANICAE</i>) EN ESPACIOS MARINOS PROTEGIDOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA	1
0.1	INTRODUCCIÓN	1
0.1.1	<i>GESTIÓN INTEGRADA DE LAS ZONAS COSTERAS</i>	1
0.1.2	<i>GESTIÓN COSTERA</i>	2
0.1.3	<i>FANEROGAMAS MARINAS</i>	3
0.1.4	<i>POSIDONIA OCEANICA</i>	4
0.2	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	9
	· <i>CARTOGRAFIADO Y CATALOGACIÓN DEL TIPO DE HÁBITAT 1120*</i>	10
	· <i>DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE INDICADORES DE ESTADO DE CONSERVACIÓN, ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL TIPO DE HÁBITAT 1120*</i>	10
	· <i>PERSPECTIVAS DEL EFECTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL EN LAS PRADERAS DE P. oceanica</i> . 10	
	· <i>EFECTO DE LAS ESPECIES INVASORAS</i>	10
0.3	OBJETIVOS.....	10
0.4	TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN QUE COMPRENDE LA TESIS DOCTORAL.....	10
	· <i>CARACTERIZACIÓN DE FONDOS MARINOS MEDIANTE UN MÉTODO DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE IMÁGENES SONAR</i>	11
	· <i>CARACTERIZACIÓN DE FONDOS SOMEROS MEDIANTE IMÁGENES DE SATÉLITE COMO QUICKBIRD, LANDSAT ETM+ Y ORTOFOTOS</i>	11
	· <i>INVASORAS MARINAS: SEGUIMIENTO DE <i>Caulerpa racemosa</i> EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA</i>	11
	· <i>ESTUDIO DE ESPECIES BIOINDICADORAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS PRADERAS DE POSIDONIA EN ESPACIOS NATURALES MARINOS PROTEGIDOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA: <i>Pinna nobilis</i></i>	11
	· <i>INDICADORES DE ESTADO DE CONSERVACIÓN, ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL HÁBITAT 1120* Praderas de Posidonia (<i>Posidonium oceanicae</i>) en la Cala del Pope</i>	11
0.4.6	<i>DEFINICIÓN METODOLÓGICA DE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS PRADERAS DE Posidonia oceanica A PARTIR DE IMÁGENES DE SATÉLITE</i>	11
0.5	TRABAJOS TÉCNICOS REALIZADOS EN LOS QUE SE FUNDAMENTA LA TESIS DOCTORAL	12
0.6	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y PUBLICACIONES RELACIONADAS POR TEMÁTICA	14

0.6.1	<i>PUBLICACIONES CARTOGRAFIADO Y CATALOGACIÓN DEL TIPO DE HÁBITAT 1120*.</i>	14
0.6.2	<i>PUBLICACIONES DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE INDICADORES DE ESTADO DE CONSERVACIÓN, ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL TIPO DE HÁBITAT 1120*</i>	15
0.6.3	<i>PUBLICACIONES PERSPECTIVAS DEL EFECTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL EN LAS PRADERAS DE P. oceanica.</i>	16
0.6.4	<i>Publicaciones efecto de las especies invasoras.</i>	16
0.7	CORRELACIÓN LINEAS DE INVESTIGACIÓN Y TRABAJOS REALIZADOS	17
0.7.1	<i>TRABAJOS DE CARTOGRAFIADO Y CATALOGACIÓN DEL TIPO DE HÁBITAT 1120*</i>	17
0.7.2	<i>TRABAJOS DE DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE INDICADORES DE ESTADO DE CONSERVACIÓN, ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL TIPO DE HÁBITAT 1120*</i>	21
0.7.3	<i>TRABAJOS RELACIONADOS CON PERSPECTIVAS DEL EFECTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL EN LAS PRADERAS DE POSIDONIA OCEANICA.</i>	23
0.7.4	<i>TRABAJOS RELACIONADOS CON EL EFECTO DE LAS ESPECIES INVASORAS</i>	24
1	RACTERIZACIÓN DE FONDOS MARINOS MEDIANTE UN MÉTODO DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE IMÁGENES SONAR	29
1.1	INTRODUCCION	29
1.2	OBJETO	29
1.3	MATERIAL Y METODOS	29
1.3.1	<i>PREPROCESO: REMUESTREO Y FILTROS</i>	31
1.3.2	<i>ANÁLISIS CON TEXTURAS</i>	32
1.3.3	<i>CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES SONAR CON DEFINIENS PROFESSIONAL 5.0</i>	33
1.4	RESULTADOS	49
1.5	DISCUSIÓN	53
1.6	CONCLUSIONES	55
2	CARACTERIZACIÓN DE FONDOS SOMEROS MEDIANTE IMÁGENES DE SATÉLITE COMO QUICKBIRD, LANDSAT ETM+ Y ORTOFOTOS.	59
2.1	INTRODUCCIÓN	59
2.1.1	<i>Las distintas franjas del espectro óptico</i>	59
2.1.2	<i>El agua en el espectro óptico</i>	60
2.2	MATERIAL Y METODOS	61
2.2.1	<i>ORTOFOTOGRAFÍAS</i>	61
2.2.2	<i>QUICKBIRD</i>	66
2.2.3	<i>ETM+ de Landsat</i>	69
2.3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	76
2.3.1	<i>COMPARACIÓN DE ORTOFOTOS CON SONAR</i>	76

2.3.2	COMPARACIÓN DE QUICKBIRD CON SONAR.....	78
2.3.3	COMPARACIÓN DE ETM+ CON SONAR.....	79
2.4	CONCLUSIONES.....	80
3	INVASORAS MARINAS: SEGUIMIENTO DE CAULERPA RACEMOSA EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA.....	85
3.1	INTRODUCCIÓN	85
3.2	OBJETIVOS.....	86
3.3	MATERIAL Y MÉTODOS	88
3.3.1	ORIGEN Y BIOLOGÍA DEL ALGA INVASORA <i>Caulerpa racemosa</i>	88
3.3.2	ÁREA DE ESTUDIO.....	91
3.3.3	DESCRIPCIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA INVASIÓN DE <i>Caulerpa racemosa</i>	93
3.3.4	MEDIDA DE COBERTURA ALGAL (% RECUBRIMIENTO) Y ANÁLISIS DE DATOS.....	94
3.4	RESULTADOS.....	96
3.4.1	VARIACIÓN GEOGRÁFICA	96
3.4.2	ESTACIONALIDAD	99
3.4.3	VARIACIÓN SEGÚN EL TIPO DE SUSTRATO.....	100
3.4.4	VARIACIÓN EN PROFUNDIDAD.....	103
3.5	DISCUSIÓN	103
3.6	CONCLUSIONES.....	107
3.7	ANEJO : EFECTOS DE LA INVASIÓN DE <i>CAULERPA RACEMOSA</i> EN LA ESTRUCTURA Y RESILIENCIA (CAPACIDAD DE RESISTENCIA A LA INVASIÓN) EN FONDOS ROCOSOS DEL INFRALITORAL.....	110
3.7.1	Introducción.....	110
3.7.2	Material y métodos.....	110
3.7.3	Resultados.....	111
0.1	ANEJO FOTOGRÁFICO.....	115
4	ESTUDIO DE ESPECIES BIOINDICADORAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS PRADERAS DE POSIDONIA EN ESPACIOS NATURALES MARINOS PROTEGIDOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA: <i>PINNA NOBILIS</i>.....	125
4.1	INTRODUCCIÓN	125
4.2	OBJETIVOS.....	125
4.3	MATERIAL Y MÉTODOS	126
4.3.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	126
	128
4.3.2	<i>Pinna nobilis</i> : BIOLOGÍA Y HABITATS.....	129
4.3.3	METODOLOGÍA: CENSOS DE <i>Pinna nobilis</i>	132
4.3.4	INSTALACIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA	134
4.4	RESULTADOS.....	135

4.4.1	ESTACIONES DE MUESTREO DE <i>Posidonia oceanica</i> ESTABLECIDAS EN ZONAS DE MUESTREO DE <i>Pinna nobilis</i>	135
4.4.2	TRANSECTOS MUESTREO-REMUESTREO DE <i>Pinna nobilis</i>	136
4.4.3	CENSOS EN CÍRCULOS.....	141
4.5	DISCUSIÓN	146
4.6	CONCLUSIONES.....	147
4.7	ANEJO FOTOGRÁFICO	149
	150
5	INDICADORES DE ESTADO DE CONSERVACIÓN, ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL HABÍTAT 1120* PRADERAS DE POSIDONIA (<i>POSIDONION OCEANICAE</i>) EN LA CALA DEL POPE.	159
5.1	ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	159
5.2	INTRODUCCIÓN	161
5.3	OBJETIVOS.....	162
5.4	MATERIAL Y MÉTODOS	163
5.4.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	163
5.4.2	PRADERAS DE <i>Posidonia oceanica</i> : BIOLOGÍA Y CONSERVACIÓN	163
5.4.3	METODOLOGÍA: COBERTURA Y DENSIDAD DE <i>Posidonia oceanica</i>	165
5.5	RESULTADOS.....	170
5.5.1	COBERTURA DEL SUSTRATO Y DENSIDAD DE HACES DE <i>Posidonia oceanica</i>	170
5.6	DISCUSIÓN	176
5.7	CONCLUSIONES.....	178
5.8	ANEJO FOTOGRAFICO	179
6	DEFINICIÓN METODOLÓGICA DE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS PRADERAS DE <i>POSIDONIA OCEANICA</i> A PARTIR DE IMÁGENES DE SATÉLITE	189
6.1	INTRODUCCION	189
6.2	OBJETO.....	190
6.3	MATERIAL Y METODOS	192
6.3.1	ÁMBITO DEL ESTUDIO	192
6.3.2	IMÁGENES MULTIESPECTRALES	193
6.3.3	CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA	195
6.3.4	CONVERSIÓN DE RADIANCIA RELATIVA (q) EN RADIANCIA ABSOLUTA (L).....	195
6.3.5	CONVERTIR RADIANCIA ABSOLUTA (L) EN REFLECTIVIDAD APARENTE (ρ TOA) .	198
6.3.6	CORRECCIÓN ATMOSFÉRICA	201
6.3.7	CORRECCIÓN DEL DESTELLO SOLAR (SUN GLINT)	206
6.3.8	CORRECCION POR LA ATENUACION DE LA COLUMNA DE AGUA	208
6.3.9	CLASIFICACIÓN DE LA IMAGEN.....	213
6.3.10	Generación de la máscara de tierra	218

6.3.11	FILTROS MORFOLÓGICOS EN ENVI.....	218
6.4	RESULTADOS.....	219
6.5	DISCUSIÓN	220
6.6	CONCLUSIONES.....	221
6.7	ANEJO. IMAGENES Y RESULTADOS.....	223
6.8	ANEJO. SCRIPT CORRECCIÓN DESTELLO SOLAR.....	229
7	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	234
7.1	DISCUSIÓN LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	234
7.1.1	DISCUSIÓN CARTOGRAFIADO Y CATALOGACIÓN DEL TIPO DE HÁBITAT 1120*.....	234
7.1.2	DISCUSIÓN DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE INDICADORES DE ESTADO DE CONSERVACIÓN, ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL TIPO DE HÁBITAT 1120*.....	236
7.1.3	DISCUSIÓN PERSPECTIVAS DEL EFECTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL EN LAS PRADERAS DE POSIDONIA OCEANICA.....	238
7.1.4	DISCUSIÓN EFECTO DE LAS ESPECIES INVASORAS.....	239
7.2	CONCLUSIONES POR LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	242
7.2.1	CONCLUSIONES CARTOGRAFIADO Y CATALOGACIÓN DEL TIPO DE HÁBITAT 1120* 242	
7.2.2	CONCLUSIONES DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE INDICADORES DE ESTADO DE CONSERVACIÓN, ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL TIPO DE HÁBITAT 1120*.....	243
7.2.3	CONCLUSIONES DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN PERSPECTIVAS DEL EFECTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL EN LAS PRADERAS DE POSIDONIA OCEANICA.....	244
7.2.4	CONCLUSIONES EFECTO DE LAS ESPECIES INVASORAS.....	244
7.3	CONCLUSIONES GENERALES	245
8	REFERENCIAS	251
8.0	REFERENCIAS MEMORIA GENERAL	251
8.1	REFERENCIAS SONAR	252
8.2	REFERENCIAS OTROS ANALISIS	253
8.3	REFERENCIAS CAULERPA RACEMOSA	253
8.4	REFERENCIAS PINNA NOBILIS.....	256
8.5	REFERENCIAS POSIDONIA OCEANICA.....	257
8.6	REFERENCIAS DEFINICIÓN METODOLÓGICA DE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS PRADERAS DE POSIDONIA OCEANICA A PARTIR DE IMÁGENES DE SATÉLITE.....	257
8.7	REFERENCIAS TRABAJOS TÉCNICOS REALIZADOS EN LOS QUE SE FUNDAMENTA LA TESIS DOCTORAL	259
9	GLOSARIO.....	261
9.1	MAGNITUDES FÍSICAS	261

9.2	MAGNITUDES ADIMENSIONALES	261
9.3	DEFINICIONES	262
9.3.1	<i>Zonificación del litoral en función de la influencia de las mareas</i>	<i>262</i>
9.3.2	<i>Zonificación del fondo marino en función del dominio o ambiente bentónico...</i>	<i>262</i>
9.3.3	<i>Factores que condicionan la distribución de organismos.....</i>	<i>263</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1. Ejemplo de salida del programa SonarWeb Pro de la zona de Irta.....	30
Fig. 1.2. Sección de registro afectado por speckle (a) y aplicando un filtro de mediana de 3x3 (b), Zona de Montgó.....	32
Fig. 1.3. Captura de pantalla en la que se representa el interfaz gráfico del programa con la imagen de las muestras de campo.....	34
Fig. 1.4. Captura de pantalla de Definiens mostrando la visualización del índice de Homogeneidad de los parámetros. En tonos verdes se muestran los valores más bajos y en azules los más altos.	35
Fig. 1.5. Pradera de <i>Posidonia oceanica</i> en ambas ventanas. Se puede apreciar la diferente señal recibida del mismo tipo de fondo.	36
Fig. 1.6. Ventana de descripción de clases en Definiens. Función de pertenencia a una clase ...	36
Fig. 1.7. Clasificación de la imagen utilizada en el entrenamiento. Magenta: grandes ripples, azul: pequeños ripples, amarillo: arena fina, naranja: arena gruesa, verde: Posidonia, rojo: roca.	37
Fig. 1.8. Captura de pantalla de una imagen sonar de Ifac en Definiens. Segmentación de imagen.....	38
Fig. 1.9. Mosaico de subimágenes clasificadas.....	38
Fig. 1.10. Captura de pantalla del <i>process tree</i> esquematizado.....	47
Fig. 1.11. Desarrollo proceso de clasificación total.	48
Fig. 1.12. Proceso de clasificación total.....	48
Fig. 1.13. Fondos coralígenos poco desarrollados en el cabo de San Antonio Imagen sonar clasificada, verde Posidonia, amarillo arena y rojo fondos duros.....	49
Fig. 1.14 Comunidad esciáfila de modo calmo en fondos duros, aisladamente aparece Posidonia. En la imagen clasificada aparece como Posidonia y arena.....	49
Fig. 1.15. Algas fotófilas sobre roca. Clasificación imagen como fondo blando.....	50
Fig. 1.16. Fondo de roca. La clase arena es asignada a la muestra.	50
Fig. 1.17. Comparación de clasificaciones entre clasificación tradicional (en tramas) y el nuevo método desarrollado (en colores), zona norte de Montgó.....	51
Fig. 1.18. Comparación de clasificaciones entre clasificación tradicional (en tramas) y el nuevo método desarrollado (en colores), zona centro de Montgó.	52
Fig. 1.19. Comparación de clasificaciones entre la clasificación tradicional (en tramas), y el nuevo método desarrollado (en colores), zona norte de Ifac.	52
Fig. 1.20. Comparación de clasificaciones entre la clasificación tradicional (en tramas), y el nuevo método desarrollado (en colores), zona norte de Irta.	53
Fig. 2.1. Reflectancia espectral del agua y otras coberturas.	60

Fig. 2.2. Mosaico recortado de ortofotos de la zona de Montgó.....	62
Fig. 2.3. Secuencia para la creación de una máscara binaria.....	63
Fig. 2.4. Clasificación de la ortofoto, zona de estudio en Montgó. En amarillo fondos blandos, en verde presencia de Posidonia y en rojo fondos rocosos.....	64
Fig. 2.5. Mosaico recortado de ortofotos de la zona de Ifac.....	64
Fig. 2.6. Secuencia para la creación de una máscara binaria.....	65
Fig. 2.7. Clasificación de la ortofoto zona de estudio en Ifac. En amarillo fondos blandos, en verde presencia de Posidonia y en rojo fondos rocosos.....	65
Fig. 2.8. Imágenes del lanzamiento y puesta en órbita del satélite Quickbird.....	66
Fig. 2.9. Escena multiespectral de la zona de Ifac.....	67
Fig. 2.10. Caracterización de la imagen Quickbird de Ifac, en verde se representan las praderas de <i>Posidonia oceanica</i>	68
Fig. 2.11. Escena Landsat ETM+ N-31-35.....	70
Fig. 2.12. Mosaico Landsat ETM+ de Montgó.....	71
Fig. 2.13. Secuencia para la creación de una máscara binaria de Montgó.....	72
Fig. 2.14. Imagen realzada mediante ajuste de histograma.....	72
Fig. 2.15. Clasificación de la ETM+, zona de estudio en Montgó. En amarillo se representan fondos blandos, en verde Posidonia y en rojo fondos rocosos.....	73
Fig. 2.16. Landsat ETM+ de Ifac.....	74
Fig. 2.17. Secuencia para la creación de una máscara binaria de Ifac.....	74
Fig. 2.18. Clasificación de la ETM+, zona de Ifac. En amarillo se representan fondos blandos, en verde <i>Posidonia oceanica</i> y en rojo fondos rocosos.....	75
Fig. 2.19. Landsat ETM+ de Irta.....	75
Fig. 2.20. Clasificación de la ETM+ de la zona de estudio en Irta. En amarillo se representan fondos blandos y en rojo fondos rocosos.....	76
Fig. 2.21. Comparación de clasificaciones de ortofotos (izquierda) y sonar (derecha) de la zona norte (arriba) y sur (abajo).....	77
Fig. 2.22. Comparación de clasificaciones de ortofotos (izquierda) y sonar (derecha) de la zona al sur del peñón de Ifac.....	77
Fig. 2.23. Comparación de clasificaciones de ortofotos (izquierda) y sonar (derecha) de la zona al norte del peñón de Ifac.....	78
Fig. 2.24. Clasificación sonar (en colores, verde Posidonia, amarillo arena y rojo fondos rocosos) y límite de las praderas de Posidonia procedente de Quickbird (en línea verde).....	78
Fig. 3.1 Mapa de distribución de <i>Caulerpa racemosa</i> en el Mediterráneo (Klein & Verlaque, 2008).....	88
Fig. 3.2. Morfología y estructura de <i>Caulerpa racemosa</i> (Klein y Verlaque, 2008).....	89
Fig. 3.3. <i>Caulerpa racemosa</i> creciendo sobre distintos organismos: <i>Cladocora caespitosa</i> y <i>P. nobilis</i>	90

Fig. 3.4. Situación (WGS84) de las áreas de estudio de <i>Caulerpa racemosa</i> . Reserva natural marina de Irta (A), Reserva natural marina del Cabo de San Antonio (B) y Parque natural de la Serra Gelada y su entorno litoral (C).....	91
Fig. 3.5 . Zonas de muestreo de <i>C. racemosa</i> en la Reserva natural marina de Irta. Torre Badum (A), Playa Irta (B) y Cala Mundina (C).	92
Fig. 3.6. Zonas de muestreo de <i>C. racemosa</i> en la Reserva natural marina del Cabo de San Antonio. Les Rotes (A), Cala Pope (B) y Muntañar.	92
Fig. 3.7. Zonas de muestreo de <i>C. racemosa</i> en el Parque Natural de Serra Gelada y su entorno litoral. Mascarat (A), Cala Mina (B) y Isleta Mitjana (C).	93
Fig. 3.8. Detalle del muestreo de <i>Caulerpa racemosa</i>	93
Fig. 3.9. Cobertura media estacional y SD de <i>C. racemosa</i> en Rotes.	97
Fig. 3.10. Cobertura media estacional y SD de <i>C. racemosa</i> en El Pope.....	97
Fig. 3.11. Cobertura media estacional y SD de <i>C. racemosa</i> en Muntañar.	98
Fig. 3.12. Cobertura media estacional y SD de <i>C. racemosa</i> en La Mina.....	98
Fig. 3.13. Cobertura media estacional y SD de <i>C. racemosa</i> en La Mitjana.....	99
Fig. 3.14. Variación estacional de la cobertura media de <i>C. racemosa</i>	99
Fig. 3.15. Fig.15. Variación de cobertura media estival según el sustrato en cada área de estudio.(PO = <i>P. oceanica</i> , MPO = Margen de pradera de <i>P. oceanica</i> , MATTE = Mata muerta de <i>P. oceanica</i>).	101
Fig. 3.16. Grupos homogéneos de cobertura media estival según tipo de sustrato en el Cabo de San Antonio con I.C. al 95%.	102
Fig. 3.17. Grupos homogéneos de cobertura media estival según tipo de sustrato en Serra Gelada con I.C. al 95%.	102
Fig. 4.1. Situación (WGS84) de las áreas de estudio de <i>Pinna nobilis</i> . Reserva natural marina de Irta (A), Reserva natural marina del Cabo de San Antonio (B) y Parque natural de la Serra Gelada y su entorno litoral (C).....	127
Fig. 4.2. Zonas de muestreo <i>P. nobilis</i> en la Reserva natural marina de Irta. Torre Badum (A), Playa Irta (B) y Cala Mundina (C).	127
Fig. 4.3. Zonas de muestreo <i>P. nobilis</i> en la Reserva natural marina del Cabo de San Antonio. Les Rotes (A), Cala Pope (B) y Muntañar.	128
Fig. 4.4. Zonas de muestreo <i>P. nobilis</i> en el Parque Natural de Serra Gelada y su entorno litoral. Mascarat (A), Cala Mina (B) y Isleta Mitjana (C).....	128
Fig. 4.5. <i>Pinna nobilis</i> en pradera de <i>Posidonia oceanica</i>	129
Fig. 4.6. Aparato filtrador de <i>Pinna nobilis</i>	130
Fig. 4.7. Ejemplar de <i>Pinna nobilis</i> muerto de gran tamaño, con detalle de rotura de las valvas	131
Fig. 4.8. Ejemplar juvenil de <i>Pinna nobilis</i>	132

Fig. 4.9. Mediciones de interés para estimar la altura máxima H_t , UL =longitud desenterrada, W =Anchura máxima, w =anchura mínima.	133
Fig. 4.10. Instrumento de registro de temperatura. Soporte y sensor de temperatura HOBO instalado a 17 metros de profundidad.	135
Fig. 4.11. Distribución de tallas de ejemplares de <i>P.nobilis</i> en la R.N.M. de Irta.	137
Fig. 4.12. Distribución de tallas de ejemplares de <i>P. nobilis</i> en la R.N. del Cabo de San Antonio.	138
Fig. 4.13. Distribución de tallas de ejemplares de <i>P. nobilis</i> en el P.N. de la Serra Gelada.	138
Fig. 4.14. Densidad de individuos promedio detectada en cada zona de muestreo.	139
Fig. 4.15. Porcentaje de individuos vivos respecto al total registrados en cada zona de muestreo.	139
Fig. 4.16. Rosa de oleaje del punto WANA 2090124 del periodo 1996-2013.	140
Fig. 4.17. Número de ejemplares según orientación (rumbo en grados sexagesimales) de las valvas en la estación de Irta.	141
Fig. 4.18. Estaciones de censo en círculo en el islote de la Olla.	142
Fig. 4.19. Dispersión de los individuos de <i>P. nobilis</i> en la estación Olla 1, se muestra distancia en metros y rumbo en grados sexagesimales al punto georreferenciado de cada individuo.	143
Fig. 4.20. Dispersión de los individuos de <i>P. nobilis</i> y tamaños en la estación Olla 2, se muestra distancia en metros y rumbo en grados sexagesimales al punto georreferenciado de cada individuo.	143
Fig. 4.21. Registro de temperatura a 17 m de profundidad en el periodo octubre-febrero en Mitjana.	145
Fig. 4.22. Gráfico de altura del oleaje durante el año 2012 en el punto WANA 2083028.	145
Fig. 5.1. Partes del sistema de fondeo habitual en fondos marinos con <i>P. oceanica</i> ; cadena (A) y ancla (B).	159
Fig. 5.2. Tipos de sistema de anclaje en distintos sustratos. En roca (A), en fondos blandos (B) y en <i>P. oceanica</i> (C).	160
Fig. 5.3. Zona de muestreo cala del Pope (*) en la Reserva Natural Marina del Cabo de San Antonio (en blanco), el Parque Natural del Montgó (en verde).	163
Fig. 5.4. Pradera de <i>Posidonia oceanica</i> en la Reserva Natural Marina de la Sierra de Irta.	164
Fig. 5.5. Esquema de la posible evolución del estado biológico de una pradera.	166
Fig. 5.6. Disposición de transectos (10m) en la estación de muestreo.	167
Fig. 5.7. Estadillo de muestreo para seguimiento de <i>Posidonia oceanica</i>	168
Fig. 5.8. Variación anual de cobertura por estación de fondeo (2010-2013).	171
Fig. 5.9. Variación anual de densidad por estación de fondeo (2010-2013).	171
Fig. 5.10. Variación anual media de densidad en las parcelas fijas de las estaciones de fondeo (2010-2013).	172
Fig. 5.11. Variación anual media de cobertura en la Cala del Pope (2010-2013).	172
Fig. 5.12 Variación anual media de densidad en la Cala del Pope (2010-2013).	173

Fig. 5.13. Variación anual media de densidad en las parcelas fijas de la Cala del Pope (2010-2013).....	173
Fig. 5.14. Variación anual media de cobertura en la Cala del Pope (2006-2013).....	174
Fig. 5.15. Variación anual media de densidad en la Cala del Pope (2006-2013).....	175
Fig. 5.16. Relación descriptores/profundidad.	175
Fig. 5.17. Relación densidad media de haces/cobertura media de sustrato.....	175
Fig. 6.1. Espectro electromagnético.	190
Fig. 6.2. Esquema básico general del proceso.	191
Fig. 6.3. Ámbito del Estudio - Zona LIC “El Montgó”.	192
Fig. 6.4. Imagen MS satélite Worldview-2 e Imagen LANDSAT8 OLI.	193
Fig. 6.5. Captura de pantallas herramienta BANDMATH (ENVI).....	197
Fig. 6.6. Captura de pantallas CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA (ENVI).	198
Fig. 6.7. Captura pantallas herramienta Radiometric Correction\Dark Substraction.	202
Fig. 6.8. Edit ENVI Header.	203
Fig. 6.9. Single scale factor.	203
Fig. 6.10. Herramienta Radiometric Correction\Flash Atmospheric Correction.	204
Fig. 6.11. Introducción de datos de ángulo cenital y horizontal del sensor.	205
Fig. 6.12. Proceso gráfico del cálculo del coeficiente de atenuación entre bandas. Comunidad de arenas finas bien calibradas. Imagen Worldview 2.	210
Fig. 6.13. Proceso gráfico del cálculo del coeficiente de atenuación entre bandas. Comunidad de arenas finas bien calibradas. Imagen LANDSAT 8.....	210
Fig. 6.14. $D_{inv_{ij}}$ de la imagen LANDSAT 8 formado por los índices $D_{inv_{BC}}$ $D_{inv_{BG}}$ $D_{inv_{GC}}$	213
Fig. 6.15. LANDSAT 8 a) Máscara zona terrestre b) Imagen de índices c) Clasificación supervisada. <i>Posidonia oceanica</i> en verde.....	214
Fig. 6.16. Comparación de clasificaciones imagen LANDSAT 8, a) Sin corrección b) Aplicando corrección columna de agua. <i>Posidonia oceanica</i> en verde.....	215
Fig. 6.17. Herramienta Classification/Classification Workflow.	216
Fig. 6.18. Ffichero shape con las muestras de aprendizaje.	216
Fig. 6.19. Muestras de aprendizaje.	217
Fig. 6.20. Ficheros de salida de la imagen de clasificación.	217
Fig. 6.21. Herramienta filter/convolutions and morphology filters.	218
Fig. 6.22. CLASIFICACIÓN SUPERVISADA FONDO MARINO IMAGEN LANDSAT8, Fecha de adquisición: 16.10.2013. EPSG:32631 – WGS84 / UTM ZONE 31N, Datum WGS84 UTM huso 31.	219
Fig. 6.23. Comparación de clasificaciones de imágenes. a) Clasificación imagen SBL b) Clasificación imagen de índice. <i>Posidonia oceanica</i> en verde.....	220

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Valores de las clases en RGB y su posterior reclasificación en una banda sintética....	39
Tabla 2.1. Principales particularidades del sensor Quickbird.....	66
Tabla 2.2. Bandas ETM+	69
Tabla 3.1. Porcentaje de cobertura de <i>C. racemosa</i> en los diferentes zonas de muestreo (n = número de muestras estudiadas).....	96
Tabla 3.2. Cobertura media estacional de <i>C. racemosa</i> en los ENPs estudiados (n = número de muestras analizadas).	100
Tabla 3.3. Cobertura media estival de <i>C. racemosa</i> en las áreas marinas estudiadas (n = número de muestras analizadas).	101
Tabla 4.1. Cobertura de sustrato de <i>P. oceanica</i> (n= nº de réplicas, SD=desviación estándar). 135	135
Tabla 4.2. Densidad de haces de <i>P. oceanica</i> (nº haces/m ² , n= nº de réplicas, SD=desviación estándar).	136
Tabla 4.3. Resultados obtenidos en los transectos de <i>P. nobilis</i> . (n = número de transectos, DT = nº de ejemplares observados/100m ² , DV = nº de ejemplares vivos/100m ² , Talla = altura total media de los individuos (cm), Rango = rango de las tallas, P = profundidad media de observaciones (m)).....	136
Tabla 4.4. Datos referentes a la localización y talla de cada uno de los ejemplares de la estación Olla 2.	144
Tabla 5.1. Datos medios de descriptoras de seguimiento de la pradera de Posidonia en la Cala del Pope en los años(2010-2013).	170
Tabla 5.2. Datos medios de descriptoras años (2010-2013) analizados.	172
Tabla 5.3. Datos medios de descriptoras del muestreo realizado con anterioridad a la instalación de los fondeos.	174
Tabla 5.4. Datos medios de descriptoras de los años analizados (2006-2013).	174
Tabla 6.1. WORLDVIEW-2 ANCHO DE BANDA EFECTIVO -FWHM	196
Tabla 6.2. WORLDVIEW-2 $E_{sun_{\lambda_{Band}}}$ SPECTRAL IRRADIANCE [W/m ² ·μm].....	200
Tabla 6.3. MODELOS ATMOSFÉRICOS ENVI.....	204
Tabla 6.4. WorldView-2 Center Wave LENGTH [μm]	204
Tabla 6.5. CORRECCIÓN ATMOSFÉRICA EN ENVI	205
Tabla 6.6. Coeficientes de atenuación para combinaciones de bandas.....	211