

Índice

Presentación	19
Capítulo I	25
Presente y futuro de la desalación	25
I.1. Introducción	27
I.2. Tecnologías de desalación de aguas	28
I.2.1. Procesos de evaporación	29
I.2.2. Procesos por congelación	30
I.2.3. Procesos de separación por membranas	30
I.2.4. Procesos químicos	31
I.3. Control del suministro de agua desalada	31
I.4. Efectos medioambientales	32
I.5. Composición de la salmuera y descarga	33
I.6. Desalación y cambio climático	34
I.7. Situación actual de la desalación	34
I.7.1. Distribución geográfica de la desalación	37
I.8. Tendencia en los costes de desalación	38
I.9. El futuro de la desalación	40
Referencias	42
Capítulo II	45
Tecnologías de desalación. Aspectos básicos	45
II.1. Introducción	47
II.2. El agua en la naturaleza	47
II.3. La desalación y sus tecnologías	49
II.4. Procesos térmicos	51
II.4.1. Evaporación súbita multietapa y evaporación de múltiple efecto	52
II.4.2. Evaporación por compresión de vapor	52
II.5. Procesos con membranas	52
II.5.1. Membranas	52
II.5.2. Clasificación de las Membranas	53
II.5.3. Membranas Poliméricas	56
II.5.4. Módulos	57
II.5.4.1. Módulo tubular	58
II.5.4.2. Módulo de placa y bastidor	59

II.5.4.3. Módulo con arrollamiento en espiral	60
II.5.4.4. Módulo de fibras huecas	61
II.6. Microfiltración y ultrafiltración	62
II.7. Electrodialisis	67
II.8. Osmosis inversa	69
II.8.1. Fundamento	70
II.9. Nanofiltración	75
II.10. Otros aspectos de la desalación: Co-generación	76
Referencias	77
Capítulo III	79
Electrodialisis. Principios y aplicaciones	79
III.1. Introducción	81
III.2. Fundamentos de la electrodialisis	81
III.2.1. Disociación de sales en agua	82
III.2.2. Efecto de las membranas de intercambio iónico	83
III.3. Corriente límite en un dispositivo ED	84
III.4. Polarización	86
III.4.1. Descripción general	86
III.4.2. Corriente límite y polarización	88
III.4.3. Efectos de la polarización	89
III.4.3.1. Ensuciamiento ("fouling")	90
III.4.3.2. Envenenamiento ("poisoning")	91
III.4.3.3. Influencia de la polarización por concentración en el diseño de plantas ED	92
III.5. Corriente de operación en un dispositivo ED	93
III.6. Potencial eléctrico asociado a una celula electrodialítica	95
III.7. Membranas intercambiadoras	98
III.7.1. Preparación de membranas intercambiadoras heterogéneas	101
III.7.2. Membranas bipolares	102
III.8. Caracterización de membranas intercambiadoras	105
III.8.1. Caracterización de la estructura de las membranas intercambiadoras	106
III.8.1.1. Permeabilidad hidráulica	107
III.8.1.2. Capacidad de intercambio iónico	108
III.8.1.3. Permselectividad	108
III.8.1.4. Resistencia eléctrica	109
III.8.1.5. Permeación selectiva de la membrana para distintos contraiones	109
III.9. Distribución Donnan y potencial	110
III.10. Ecuación de flujo de Nernst - Planck	112
III.11. Plantas desaladoras Ed. materiales y componentes	114
III.11.1. Bombas	115
III.11.2. Depósitos de almacenamiento	115
III.11.3. Suministro de potencia	115
III.12. Pretratamiento de las disoluciones de alimentación	115
III.13. Limitaciones operativas de los procesos ED	116
III.14. Criterios generales para el diseño de plantas ED	117
III.14.1. Criterio mecánico	117
III.14.2. Criterio hidráulico	118

III.14.3. Criterio eléctrico	119
III.15. Tipos básicos de pilas ED	119
III.15.1. Pilas de caminos tortuosos	119
III.15.2. Pilas de láminas de fluido	120
III.16. Pila ED	121
III.16.1. Características físicas	121
III.16.2. Membranas	122
III.16.2.1. Membranas catiónicas	124
III.16.2.2. Membranas aniónicas	124
III.16.2.3. Membranas catiónicas gruesas	124
III.16.3. Espaciadores	124
III.16.4. Electrodo y compartimentos de electrodos	124
III.17. Consideraciones de diseño en una pila ED	125
III.17.1. Tipos de Etapas en una Pila ED	125
III.17.1.1. Etapa hidráulica	125
III.17.1.2. Etapa eléctrica	126
III.17.2. Caída de presión/espaciadores de flujo	128
III.17.3. Presión diferencial	129
III.17.4. Transferencia de agua	129
III.17.5. Límite de temperatura	129
III.18. Esquemas operativos y de control	129
III.18.1. Flujo en los canales de dilución	130
III.18.2. Diferencial de presión entre el compartimento de dilución y el de concentración	130
III.18.3. Control del flujo en el canal de electrodo	131
III.18.4. Control de pH en la corriente concentrada y en la de lavado del cátodo	131
III.18.5. Calidad del producto	131
III.19. Tipos de operación en procesos ED	132
III.19.1. Sistema colector	132
III.19.2. Sistema continuo	133
III.19.3. Limitaciones de los sistemas ED unidireccionales	134
III.19.4. Sistema reversible (EDR)	134
III.19.5. Reversión de fase	138
III.19.6. Reversión de frecuencia	139
III.20. Resumen de parámetros para el diseño de una planta ED	140
III.21. Aplicaciones industriales de los procesos ED	140
III.21.1. Desalación de agua salobre	142
III.21.2. Tratamientos de agua en procesos industriales	142
III.21.3. Tratamiento de agua de desecho	144
Referencias	146
Capítulo IV	151
Osmosis inversa	153
IV.1. Introducción	153
IV.2. Membranas OI: clasificación, materiales y preparación	153
IV.2.1. Clasificación de las membranas OI	153
IV.2.2. Materiales constituyentes de las membranas OI	154
IV.2.2.1. Membranas de acetato de celulosa (AC)	155

IV.2.2.2. Membranas compuestas de poliamida (PA)	156
IV.2.3. Métodos de preparación de la capa activa de las membranas	157
IV.2.3.1. Inversión de fase	157
IV.2.3.2. Polimerización interfacial	157
IV.3. Mecanismo de la desalinización por membranas	159
IV.4. Módulos OI	162
IV.4.1. Arrollamiento en espiral	163
IV.4.2. Fibra hueca	165
IV.5. Plantas OI. Generalidades	167
IV.6. Definición de una planta OI: Parámetros operativos	169
IV.6.1. Recobro	169
IV.6.2. Caudal de agua producto	172
IV.6.2.1. Factor corrector de temperatura	174
IV.6.2.2. Factor corrector de presión	176
IV.6.2.3. Factor corrector del tiempo de operación	178
IV.6.3. Paso de sales	179
IV.6.4. Cálculo del tamaño de una planta OI: Programas informáticos	184
IV.6.4.1. Programas informáticos de apoyo al diseño de plantas OI	185
IV.7. Configuración modular de plantas OI	189
IV.7.1. Planta OI unimodular	190
IV.7.2. Plantas OI multimodulares	192
IV.7.2.1. Una etapa hidráulica con los módulos OI en paralelo	192
IV.7.2.2. Varias etapas hidráulicas para la salmuera: módulos OI en serie-paralelo	192
IV.7.2.3. Plantas multimodulares con etapas hidráulicas en la línea de producto	196
IV.8. Componentes de una planta OI	197
IV.8.1. Válvula de entrada de alimentación	197
IV.8.2. Filtros de cartucho	197
IV.8.3. Bomba de alta presión	197
IV.8.4. Controladores de planta	200
IV.8.5. Panel de control	201
IV.8.6. Válvula en la línea de rechazo	201
IV.8.7. Medidores de caudal y de presión	202
IV.8.8. Puntos de toma de muestras, salidas y valvulería general	202
IV.8.9. Módulos OI	202
IV.8.10. Equipamiento opcional	203
IV.8.11. Conducciones de agua	203
IV.8.12. Bastidor ("skid")	203
IV.8.13. Sistemas auxiliares	204
IV.8.13.1. Equipo de limpieza, esterilización y enjuague ("flushing")	204
IV.8.13.2. Sistemas de adición de productos químicos en el pretratamiento	204
IV.8.13.3. Equipos de filtración previa	205
IV.8.13.4. Sistema de cloración	205
IV.8.13.5. Sistema de recuperación de energía	205
IV.9. Operación de una planta OI	206
IV.9.1. Acoplamiento de los módulos en los tubos de presión	206
IV.9.2. Arranque de planta	207
IV.9.2.1. Equipo necesario	207
IV.9.2.2. Comprobaciones previas al arranque	207

IV.9.2.3. Secuencia de arranque	209
IV.9.2.4. Secuencia de arranque de la bomba de alta presión	210
IV.9.3. Parada de planta	212
IV.9.4. Toma de datos operativos de una planta OI	213
IV.9.4.1. Informe de arranque de planta OI	213
IV.9.4.2. Datos operativos del sistema de OI	213
IV.9.5. Consideraciones para la realización de la limpieza de las membranas	216
IV.9.5.1. Determinación del momento en el que se hace necesaria la limpieza de membranas	216
IV.9.5.2. Determinación de los agentes causantes del ensuciamiento de las membranas	217
IV.9.5.3. Selección del procedimiento de limpieza	217
IV.9.5.4. Evaluación de la efectividad del proceso de limpieza	217
IV.9.6. Control de la actividad microbiana	217
IV.9.6.1. Puntos de muestreo	218
IV.9.6.2. Comprobaciones del sistema	218
IV.9.7. Mantenimiento de una planta OI	219
IV.10. Nanofiltración	220
IV.10.1. Mecanismos de transporte en las membranas de NF	220
IV.10.2. Materiales	221
IV.11. Diferencias entre ósmosis inversa y nanofiltración	222
IV.12. Aplicaciones de la nanofiltración	225
IV.12.1. Ablandamiento de aguas	225
IV.12.2. Separación de iones nitrato de aguas subterráneas	225
IV.12.3. Recuperación de cationes de las industrias de recubrimientos metálicos	226
IV.12.4. Eliminación de sulfatos o calcio del agua del mar	226
IV.12.5. Producción de agua potable	226
IV.12.6. Tratamiento de aguas residuales	226
IV.12.7. Industria de pasta de celulosa y de papel	227
IV.12.8. Industria láctea	227
IV.12.9. Industria textil	227
IV.12.10. Otras aplicaciones	227
Referencias	228
Capítulo V	233
Energética de los procesos OI	233
V.1. Energía y sistemas de desalación	235
V.2. Energía y OI	235
V.3. Energía y sistemas de bombeo	236
V.3.1. Bombas de alta presión (BAP)	236
V.3.2. Bombas de desplazamiento positivo	237
V.3.2.1. Bombas de pistones	237
V.3.2.2. Bombas helicoidales	239
V.3.3. Bombas centrífugas	239
V.3.4. Empleo de doble bombeo de la alta presión	245
V.4. Sistemas de recuperación de energía	246
V.4.1. Turbinas de recuperación	246

V.4.1.1. Bombas invertidas o turbinas de contrapresión	247
V.4.1.2. Turbinas Pelton	247
V.4.2. Equipos compactos	249
V.4.2.1. En aguas salobres	250
V.4.2.2. En aguas marinas	250
V.4.3. Intercambiadores de presión	258
V.4.4. Comentarios generales	258
V.5. Otros sistemas	258
V.5.1. Sistema de planta en profundidad	258
V.5.2. Cámaras aumentadoras de presión	259
V.5.3. Recuperación de energía en la bomba de pistones	261
Referencias	262
Capítulo VI	263
Las energías renovables y la desalación de aguas	263
VI.1. Introducción	265
VI.2. Energía solar térmica	265
VI.2.1. Energía térmica	270
VI.2.2. Energía eléctrica o mecánica	274
VI.3. Energía solar fotovoltaica	277
VI.4. Energía eólica	280
VI.4.1. Osmosis inversa	283
VI.4.2. Compresión mecánica de vapor	284
VI.4.3. Electrodialisis	285
VI.5. Biomasa	286
VI.6. Energía geotérmica	286
VI.7. Energía oceánica	288
VI.8. Sistemas de desalación con sistema energético renovable híbrido	289
VI.8.1. Alimentación fotovoltaica-eólica	289
VI.8.2. Alimentación eólica-ólica	290
VI.8.3. Alimentación de energía principal térmica-fotovoltaica	290
Referencias	290
Capítulo VII	301
Pretratamiento del agua de alimentación en una planta de ósmosis inversa	301
VII.1. Introducción	303
VII.2. Caracterización físico-química de las aguas de alimentación y rechazo	303
VII.2.1. Temperatura	306
VII.2.2. Conductividad eléctrica	307
VII.2.3. pH	307
VII.2.4. Valoraciones	309
VII.2.5. Potenciometría con electrodos de Ion selectivo	309
VII.2.6. Métodos cromatográficos	310
VII.2.7. Análisis por inyección en flujo (FIA)	310
VII.2.8. Fotometría de emisión	310
VII.2.9. Espectrometría de absorción atómica (EAA)	310
VII.2.10. Análisis de iones por electroforesis capilar	311
VII.3. Índices predictivos del "fouling" y "scaling" potencial del agua de alimentación	316

VII.3.1.	Índice de densidad de sedimentos (SDI, "silt density index")	317
VII.3.2.	Índices predictivos del "scaling": Índice de saturación de Langelier (LSI), e Índice de saturación de Stiff y Davis (S + DSI)	323
VII.3.2.1	Índice de saturación de Langelier (LSI)	323
VII.3.2.2	Índice de saturación de Stiff y Davis (S+DSI)	326
VII.4.	Métodos de pretratamiento anti-"fouling"	330
VII.4.1.	Agentes causantes de ensuciamiento en membranas OI	331
VII.4.1.1	Partículas no coloidales en suspensión	331
VII.4.1.2	Materiales biológicos	331
VII.4.1.3	Coloides	333
VII.4.1.4	Compuestos metálicos	334
VII.4.2.	Principales pretratamientos anti-"fouling"	335
VII.5.	Métodos de pretratamiento anti-"scaling"	340
VII.5.1.	Método de pretratamiento anti-"scaling" producido por CaCO_3	341
VII.5.1.1	Dosificación de ácido	341
VII.5.1.2	Ablandamiento por intercambio iónico	343
VII.5.1.3	Precipitación	344
VII.5.2.	Métodos de pretratamiento anti-"scaling" producido por sulfatos de calcio, bario y estroncio	345
VII.5.2.1	Adición de un inhibidor de precipitación de sulfatos	345
VII.5.2.2	Ablandamiento por intercambio iónico	348
VII.5.2.3	Precipitación	348
VII.5.2.4	Control del factor de conversión	348
VII.5.2.5	Indicaciones para la selección de un determinado valor de índice de saturación (LSI o S+DSI) de la salmuera	349
VII.5.3.	Métodos de pretratamiento anti-"scaling" producido por SiO_2	349
VII.5.4.	Métodos de pretratamiento anti-"scaling" producido por fluoruro de calcio	351
VII.6.	Limpieza de membranas	352
VII.6.1.	Factores que determinan cuando se ha de efectuar la limpieza	352
VII.6.2.	Determinación de los agentes causantes del ensuciamiento	353
VII.6.3.	Selección del procedimiento de limpieza	353
VII.6.4.	Evaluación de la efectividad del proceso de limpieza	355
VII.6.5.	Limpieza por arrastre ("flushing")	356
VII.6.6.	Limpieza química de las membranas	356
VII.7.	Tratamiento del agua producto	359
VII.7.1.	Eliminación de CO_2	359
VII.7.2.	Ajuste de pH	359
VII.7.3.	Desionización	359
VII.7.4.	Filtración	359
VII.7.5.	Esterilización	360
VII.7.6.	Control de olor, color y sabor	360
Referencias		360
Capítulo VIII		363
Las aguas de mar desaladas en la agricultura		363
VIII.1.	Introducción	365
VIII.2.	Aspectos agronómicos	366
VIII.2.1.	Calidad agronómica del agua de mar desalada	366
VIII.2.2.	Disminución del contenido en boro mediante OI	373

VIII.3. Aspectos económicos	376
VIII.4. Conclusiones	387
Referencias	389
Capítulo IX	393
Procesos térmicos. Combinación de tecnologías de desalación	393
IX.1. Introducción	395
IX.1.1. La operación de evaporación	395
IX.1.2. Los procesos térmicos aplicados en desalación de aguas	396
IX.2. Rendimiento de los procesos térmicos	397
IX.2.1. Parámetros de rendimiento	397
IX.2.2. Factores que influyen en los parámetros de rendimiento	398
IX.3. Evaporación en múltiples efectos (EME)	400
IX.3.1. Principio de operación de EME	400
IX.3.2. Configuraciones de EME	401
IX.3.3. Características del proceso de EME	402
IX.4. Evaporación súbita en múltiples etapas (ESME)	402
IX.4.1. Principio de operación de ESME	403
IX.4.2. Configuraciones en ESME	404
IX.4.3. Características del proceso de ESME	406
IX.5. Compresión de vapor (CV)	407
IX.5.1. Principio de operación de CV	407
IX.5.2. Características del proceso de CV	408
IX.5.3. Aplicación de la compresión de vapor térmica en la evaporación en múltiples efectos	408
IX.6. Plantas duales	409
IX.7. Sistemas híbridos	410
IX.8. Tendencias actuales y expectativas futuras	412
Referencias	413
Capítulo X	415
Potabilización de aguas	415
X.1. Introducción y fundamentos	417
X.2. Técnicas de potabilización	417
X.2.1. La planta potabilizadora	417
X.2.2. Elementos comunes a cualquier ETAP	419
X.3. Tratamientos físicos y químicos	421
X.3.1. Sedimentación	421
X.3.2. Filtración	424
X.3.3. Coagulación-floculación	426
X.3.4. Oxidación	428
X.4. Aplicaciones de las membranas en potabilización	432
X.4.1. Introducción a los procesos de membrana de ultrafiltración y micro- filtración	432
X.4.1.1. Parámetros empleados en la ultrafiltración y microfiltración ...	433
X.4.1.2. Aplicación de la ultrafiltración y microfiltración en la potabi- lización	436
X.5. Experiencias en plantas potabilizadoras	440

X.5.1. Introducción	440
X.5.2. Aspectos básicos de funcionamiento y organización	441
X.5.3. Organización del personal	441
X.5.4. Mantenimiento	442
X.5.5. Seguridad y salud	443
X.5.6. Costes de funcionamiento	445
X.5.7. Ejemplos de ETAPs	446
X.6. Aplicación de las tecnologías de desalación a la reutilización de aguas depuradas	447
X.6.1. Introducción	447
X.6.2. Reutilización de aguas depuradas en España	448
X.6.3. Tratamientos de regeneración	449
X.6.4. Osmosis inversa para la reutilización de aguas	449
X.6.5. Nanofiltración para la reutilización de aguas	451
X.6.6. Electrodialísis reversible para la reutilización de aguas	452
Referencias	452
Capítulo XI	455
La toma de agua de mar mediante pozos	455
XI.1. Introducción. Tomas de pozo Versus toma directa	457
XI.2. Tipología de pozos	459
XI.3. Introducción al fenómeno de la intrusión marina	460
XI.3.1. Definición y fórmula de Ghyben-Herzberg	460
XI.3.2. Descripción somera del fenómeno	463
XI.3.3. Aspectos prácticos del fenómeno de intrusión marina	466
XI.3.4. Lucha contra la intrusión marina	468
XI.4. Posibilidades de los acuíferos costeros del mediterráneo español	468
XI.5. Estudios para la ubicación óptima de la planta	472
XI.6. Conclusiones	472
Referencias	473
Capítulo XII	475
La desalación de aguas en la Región del Mediterráneo	475
XII.1. La Región del Mediterráneo	477
XII.2. Algunos datos básicos	477
XII.3. La desalación en la Región del Mediterráneo	479
XII.4. Los orígenes del agua desalada	483
XII.5. Usos del agua desalada. El riego	484
XII.6. Sistemas de desalación. Coste	487
XII.7. Desalación de aguas y medio ambiente	489
Referencias	490
Capítulo XIII	493
Desalación y medioambiente	493
XIII.1. Introducción	495
XIII.2. Impactos ambientales	496

XIII.3. Efecto en el uso del suelo	498
XIII.4. Impacto en los acuíferos	499
XIII.5. Ruido	500
XIII.6. Desalación y cambio climático global	500
XIII.7. Impacto de los productos químicos	501
XIII.8. Oxígeno, temperatura y salinidad	504
XIII.9. Impacto sobre las comunidades marinas	506
XIII.10. Algunos ejemplos de ecosistemas marinos sensibles a los vertidos de salmuera	508
XIII.10.1. Praderas de fanerógamas marinas	508
XIII.10.2. Comunidades de maërl	511
XIII.11. Mitigación del impacto de las desalinizadoras	511
XIII.12. Impacto social	514
Referencias	515
Capítulo XIV	519
Aspectos jurídicos de la desalación	519
XIV.1. Introducción	521
XIV.2. Evolución de la normativa sobre desalación en España	522
XIV.2.1. Antecedentes	522
XIV.2.2. El Real Decreto 1327/1995, de 28 de julio, sobre las instalaciones de desalación de agua marina o salobre	522
XIV.2.3. La Ley 46/1999, de 13 de diciembre	523
XIV.2.4. La Ley 11/2005, de 22 de junio	524
XIV.2.5. La Ley 42/2007, de 13 de diciembre	526
XIV.3. Cuestiones jurídicas que plantea el agua de mar como materia prima de la desalación	527
XIV.3.1. El aprovechamiento del agua de mar	528
XIV.3.2. Las concesiones y autorizaciones en el demanio marítimo terrestre	529
XIV.3.3. La toma de agua bruta desde el dominio privado	531
XIV.4. El agua desalada	532
XIV.4.1. Titularidad demanial del agua desalada	532
XIV.4.2. La concesión para el aprovechamiento	533
XIV.5. La evaluación de impacto ambiental y el vertido de salmueras	535
XIV.5.1. La Evaluación de impacto ambiental	535
XIV.5.2. La autorización de vertido al medio acuático	536
XIV.6. El procedimiento común para autorizaciones y concesiones del Estado	538
XIV.7. Las desaladoras	539
XIV.7.1. La actividad de desalación	539
XIV.7.2. Las desaladoras como obras hidráulicas	541
XIV.8. Fórmulas para la construcción de desaladoras públicas	544
XIV.8.1. Las sociedades públicas para la construcción y explotación de obras hidráulicas	545
XIV.8.2. La Ley 30/2007 de Contratos del Sector Público	546
XIV.8.3. El contrato de concesión de obra para la construcción y explotación de una desaladora	546
XIV.8.4. La legislación para los sectores excluidos	547
XIV.8.5. La Ley de la Región de Murcia sobre construcción y explotación de infraestructuras	548
Referencias	548

Capítulo XV	551
Coste del agua de mar desalada por OI	551
XV.1. Introducción	553
XV.2. Metodología para el cálculo de los costes	554
XV.3. Costes de capital (inversión)	557
XV.4. Costes de operación	564
XV.4.1. Costes de personal	564
XV.4.2. Costes de mantenimiento	566
XV.4.3. Costes de reposición de membranas	567
XV.4.4. Costes de reposición de cartuchos de filtro	569
XV.4.5. Costes de reactivos químicos	570
XV.4.6. Costes de energía	574
XV.4.6.1. Consumos energéticos de las desaladoras	575
XV.4.6.2. El coste de la energía eléctrica en España	578
XV.4.6.3. El coste de la energía por metro cúbico	580
XV.5. Costes totales	581
XV.6. Costes totales en la bibliografía reciente	583
XV.7. Conclusiones	587
Referencias	588
Capítulo XVI	591
Evolución reciente y situación actual de la desalación de aguas marinas en la cuenca del Segura	591
XVI.1. PROGRAMA AGUA, versión del Real Decreto Legislativo 2/2004 de 18 de junio, por el que se modifica la Ley 10/2001 de 5 de junio por la que se aprueba el Plan Hidrológico Nacional	593
XVI.2. PROGRAMA AGUA, versión del vigésimo artículo de la Ley 11/2005, de 22 de junio por la que se modifica la Ley 10/2001 de 5 de junio del Plan Hidrológico Nacional	594
XVI.3. Previsiones del programa AGUA para la cuenca Hidrográfica del Segura	594
XVI.4. Previsiones en materia de desalación realizadas por la Confederación Hidrográfica del Segura	597
XVI.5. Previsiones de desalación en el borrador de ETI	599
XVI.6. Situación actual de las desaladoras previstas	600
XVI.6.1. Planta desaladora para garantizar los regadíos del Trasvase Tajo-Segura (planta de Torrevieja, del Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura en adelante SCRATS, y también denominada Planta de la Pedrera)	600
XVI.6.2. Ampliación de la desaladora de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla (Planta de San Pedro del Pinatar II)	601
XVI.6.3. Ampliación de la desaladora de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla (Alicante II)	601
XVI.6.4. Ampliación de la Estación Desaladora de aguas Salobres –EDAS– de El Mojón y sus colectores	602
XVI.6.5. Desaladora del Campo de Cartagena (de Valdelentisco)	602
XVI.6.6. Planta desaladora en el Guadalentín (desaladora de Águilas o desaladora de nuevos regadíos para Murcia)	603

XVI.6.7. Desalación en la Marina Baja (Planta desaladora de Mutxamel/Campello)	603
XVI.6.8. Desaladora para L'Alacantí y Vega Baja (desaladora de Guardamar)	604
XVI.7. Síntesis de actuaciones	604
XVI.8. Incidencias recientes	606
XVI.9. Previsiones incorporadas en el documento "Informe de diversos aspectos de proceso de Planificación en la Región de Murcia", (en adelante el Informe) de fecha 7 de mayo de 2009	607
Apéndices	611
Apéndice A	613
Propiedades básicas de las membranas	613
A.1. Conductancia y conductividad específica. Conductividad equivalente ...	615
A.2. Movilidades y números de transporte	616
Apéndice B	621
Procesos especiales ED	621
B.1. Procesos Especiales ED	623
B.1.1. Electrodesionización (EDI)	623
B.1.2. Electrodesionización con lechos de resinas separados	625
B.1.3. Electrodesionización con lechos de resinas separados y membranas bipolares	626
Apéndice C	629
Membranas bipolares	629
C.1. Aplicaciones de las membranas bipolares en los procesos ED	631
C.1.1. Producción de ácidos y bases por electrodiálisis con membranas bipolares	631
C.1.2. Aplicación de electrodiálisis con membranas bipolares en procesos de control de contaminación	633
C.1.3. Aplicación de electrodiálisis con membranas bipolares en biotecnología	635
C.2. Aplicaciones de la electrodesionización en continuo	636
Apéndice D	639
Procesos térmicos	639
D.1. Parámetros y ecuaciones de los procesos térmicos	641
D.1.1. Balances de materia y energía	641
D.1.2. Parámetros de funcionamiento	642
D.1.3. Ejemplo de aplicación	643