



CURSO/GUÍA PRÁCTICA DE INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA Y GESTIÓN DE RESIDUOS





Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?	8
PARTE PRIMERA.	9
Desalación de agua marina y salobre.	9
Capítulo 1. Mercado Internacional del agua. Desequilibrios internacionales.	9
1. Desequilibrios internacionales de disponibilidad del agua.	9
2. El ejemplo de la ingeniería del agua en España.	10
3. El problema económico: los costes de la desalinización.	11
4. La desalinización y el medioambiente.	11
TALLER DE TRABAJO	14
La desalinización como la gran industria del futuro.	14
1. 250 millones de personas en todo el mundo dependen de la desalinización para su abastecimiento de agua	14
2. Las tecnologías futuras	15
3. Desalinizadoras en España	16
Capítulo 2. Desalación.	18
1. ¿Qué es la desalación del agua?	18
2. ¿Qué es una planta desaladora?	19
3. Procedimientos de desalación.	20
a. Electrodiálisis (EDR)	20
b. Ósmosis inversa	20
Capítulo 3. Etapas de la ósmosis inversa.	21
1. Etapas de la ósmosis inversa	21
2. La captación de agua de mar	21
3. El pretratamiento de una instalación de desalinización.	21
a. Pretratamientos para los procesos de desalación por membranas.	22
b. Pretratamientos físico-químicos (decantación, filtración, etc.)	23
b. Pretratamiento mediante membranas	26
c. Pretratamientos para procesos de destilación.	30
4. Recuperación de energía. Bombeo de alta presión	32
5. Proceso de ósmosis inversa.	32
6. Postratamiento.	33
7. Vertido de salmuera	33
TALLER DE TRABAJO	34
Los consumos de energía en la desalación marina. Bases físicas de la ósmosis.	34
TALLER DE TRABAJO	37
Salmuera. Nuevas generaciones de membranas y cámaras isobáricas como soluciones al impacto medioambiental de la salmuera.	37
1. Salmuera. Las afecciones a las praderas de posidonia	37



2. Nuevas generaciones de membranas y cámaras isobáricas como soluciones al impacto medioambiental de la salmuera.	38
Capítulo 4. Consultoría y asistencia técnica de supervisión, ambiental en las plantas desaladoras.	40
1. Vertidos	40
2. Efectos negativos de la salmuera	44
3. Estrategia de vertido.	44
4. Metodología	45
Capítulo 5. Técnicas de desalación. Ósmosis inversa.	50
1. Las tecnologías de membrana. Membrana semipermeable.	50
2. Densidad de empaquetado de membrana.	51
3. Membrana en tubo de PVC. Fibras.	52
4. Las fórmulas de la ósmosis inversa	53
5. La capacidad de una planta desaladora por ósmosis inversa.	54
6. Nanofiltración	56
7. Electrodialisis.	56
8. Espaciadores. Láminas de polietileno.	58
TALLER DE TRABAJO	60
Gestión integral de proyectos de osmosis inversa.	60
TALLER DE TRABAJO.	67
Proyecto básico de la estación de desalación de agua de mar mediante ósmosis inversa.	67
1. Justificación económica del proyecto.	67
2. Contenido del proyecto.	72
. Memoria	73
. Anexo A - Dimensionado de Equipos	73
. Anexo B - Cálculos Hidráulicos	73
. Anexo C - Hojas de Datos Técnicos	73
. Anexo D - Estudio de Impacto Ambiental	73
. Anexo E - Sistema de Abastecimiento de Agua en Sitges	73
. Anexo F - Estudio Económico de Explotación	73
. Anexo G - Garantías	73
3. Capacidad de la instalación	73
4. Características del agua del mar y concentraciones de las sales disueltas.	73
5. Calidad del agua desalada. Valores paramétricos para el agua potable.	74
6. Obras e instalaciones necesarias para la ejecución de las distintas fases del proceso.	75
• Toma de agua de mar	75
• Cloración del agua de mar	75
• Pretratamiento	75
• Coagulación	75
• Ajuste de pH	75
• Filtración sobre lecho de arena	76
• Dosificación inhibidor de precipitaciones	76



• Eliminación de cloro residual	76
• Filtros de cartucho	76
• Osmosis inversa	76
• Bombeo de alta presión	76
• Módulos de osmosis inversa	76
• Sistema de regulación	76
• Lavado de membranas	76
• Bombeo de desplazamiento	76
• Remineralización agua permeada	76
• Almacenamiento de agua tratada	76
• Tuberías	76
• Servicios auxiliares	76
• Aparatos de medición y control	76
• Instalación eléctrica	76
7. Instalaciones	77
a. Toma de agua de mar	77
b. Cloración del agua de mar	79
c. Pretratamiento. PH	80
d. Filtración sobre lecho de arena	81
e. Dosificación inhibidor de precipitaciones	83
f. Eliminación de cloro residual	83
g. Filtros y carcasas.	84
h. Osmosis inversa	85
i. Bombeo de alta presión y recuperación de energía. Bomba y turbina.	85
j. Membranas y módulos de osmosis inversa	87
j. Control de calidad del agua.	88
k. Lavado de membranas	89
l. Remineralización agua permeada	90
8. Almacenamiento de agua tratada y tuberías.	91
9. Medición y control.	94
10. Captación agua de mar, impulsión y tubería de restitución de salmuera.	98
11. Edificio de proceso.	100
12. Depósito de agua tratada.	100
13. Control técnico y puesta a punto.	101
Capítulo 6. Tecnología de la desalación.	103
1. Técnicas de destilación	103
2. Procesos de evaporación.	103
TALLER DE TRABAJO	107
Ejemplos reales de plantas desaladoras.	107
TALLER DE TRABAJO.	111
Software de diseño de plantas desaladoras de gran tamaño.	111
Capítulo 7. Postratamiento del agua desalada. Calidad del agua.	121
TALLER DE TRABAJO	129
El manual de operación y mantenimiento.	129
PARTE SEGUNDA	138
Plantas potabilizadoras.	138



Capítulo 8. Plantas potabilizadoras	138
1. Plantas potabilizadoras	138
2. Funcionamiento.	138
a. Captación de las aguas.	138
b. Desarenador.	139
c. Bombeo de baja	139
d. Cámara de mezcla.	139
e. Decantador.	139
f. Filtros.	139
g. Desinfección.	139
h. Depósito	139
i. Control final	139
TALLER DE TRABAJO	140
Plantas potabilizadoras estandarizadas. Módulos de potabilización.	140
TALLER DE TRABAJO	166
Plantas potabilizadoras móviles prefabricadas.	166
PARTE TERCERA	176
Saneamiento de aguas residuales urbanas.	176
Capítulo 9. El origen del saneamiento de Aguas residuales urbanas.	176
1. Evolución histórica del saneamiento de las aguas residuales.	176
2. La gestión privada del servicio público de gestión de aguas residuales.	179
Capítulo 10. Tratamiento de Aguas residuales urbanas. Reutilización.	181
1. Tratamiento de aguas residuales	181
2. Tipos de tratamiento de aguas residuales urbanas.	181
a. Pretratamiento.	181
b. Tratamiento primario o tratamiento físico-químico.	181
c. Tratamiento secundario o tratamiento biológico.	182
d. Tratamiento terciario, de carácter físico-químico o biológico.	182
3. La Política Europea del Agua. Estrategias para combatir la contaminación de las aguas. Directiva sobre tratamiento de las aguas residuales urbanas en materia de saneamiento y depuración de aguas residuales.	182
TALLER DE TRABAJO	191
Sistema completo de reutilización de aguas residuales.	191
CHECK-LIST	206
Red de saneamiento. Evacuación de Aguas Residuales.	206
Evacuación de Aguas Residuales.	206
Aguas pluviales y aguas negras.	206
Configuración de los sistemas de evacuación.	206
Diseño y construcción de estaciones depuradoras de aguas residuales.	206
Tratamiento de aguas residuales	206
Tipos de tratamiento de aguas residuales urbanas	206
Pretratamiento	206
Tratamiento primario	206
Tratamiento secundario	206
EDAR (Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales)	206
Esquema de distribución general de una red de saneamiento y las posibles variaciones del mismo.	206
Requerimientos constructivos y de agrupación que debe cumplir un esquema de red.	206



Pruebas y controles que debe cumplir la red, para su correcta puesta en obra, como de las operaciones de mantenimiento necesarias a posteriori, para garantizar su correcto funcionamiento.	206
Aparatos sanitarios.	206
Colectores de aparatos.	206
Red vertical: bajantes y canalones.	206
Red horizontal: albañales.	207
Arquetas.	207
Válvulas anti retorno de seguridad.	207
Tratamiento de Aguas residuales urbanas. Reutilización.	207
Aparatos sanitarios.	207
Colectores de aparatos.	207
Red vertical: bajantes y canalones.	207
Red horizontal: albañales.	207
Arquetas.	207
Válvulas anti retorno de seguridad.	207
PARTE CUARTA.	208
Conducciones y canalizaciones de agua.	208
Capítulo 11. Conducciones y canalizaciones de agua.	208
1. Sistemas de conducción de agua.	208
2. El problema de la corrosión de canalizaciones metálicas y de hormigón.	209
3. Tuberías de materiales plásticos y poliéster reforzado con fibra de vidrio.	209
a. Termoplásticos.	210
b. Termoestables.	210
TALLER DE TRABAJO	212
Recomendaciones para la instalación de redes de abastecimiento de agua potable.	212
TALLER DE TRABAJO	245
Conductos prefabricados de hormigón.	245
1. Normativa europea armonizada de los conductos de hormigón (Instrucción EHE-08, UNE-EN 1916:2008, UNE-EN 127916:2014, UNE-EN 1917:2008, UNE-EN 127917:2005).	245
2. Resistencia a los ataques químicos y biológicos.	246
a. Resistencia a las sales solubles	246
b. Resistencia al ataque por sulfatos.	246
c. Resistencia a la carbonatación.	247
d. Resistencia a los ácidos.	247
e. Lixiviación por aguas puras.	248
f. Resistencia a la reacción árido-álcali.	249
g. Resistencia a la corrosión de la armadura.	249
TALLER DE TRABAJO	257
Pozos de hormigón para saneamiento con fibras de acero prefabricado (UNE 127917, EN 1917).	257
TALLER DE TRABAJO	264
Tubería de materiales termoplásticos	264
Capítulo 12. Régimen de presión hidráulica en el sistema de distribución del agua.	265
1. Régimen de presión hidráulica en el sistema de distribución del agua.	265
2. Normativa, reglamentación y certificación	266



a. Las normas europeas de tuberías de materiales plásticos. _____	267
b. La Reglamentación técnica en España. _____	267
3. Marcado y trazabilidad de las tuberías. _____	268
TALLER DE TRABAJO _____	269
Características de los tubos de materiales plásticos. _____	269
TALLER DE TRABAJO _____	281
La certificación ISO 14001 de AENOR para la producción de tubos para la conducción de agua en fundición dúctil. _____	281
TALLER DE TRABAJO _____	290
Tubos de PVC _____	290
TALLER DE TRABAJO _____	298
Tuberías de polietileno _____	298
TALLER DE TRABAJO _____	301
Soldadura térmica en tuberías de polietileno. _____	301
TALLER DE TRABAJO. _____	339
Tuberías resina de poliéster, fibras de vidrio y arena o sílice. _____	339
TALLER DE TRABAJO. _____	342
Tuberías de poliéster reforzado con fibras de vidrio. _____	342



¿QUÉ APRENDERÁ?



- **La desalinización como la gran industria del futuro.**
- **¿Qué es una planta desaladora?**
- **Plantas potabilizadoras.**
- **Saneamiento de aguas residuales urbanas.**
- **Sistema completo de reutilización de aguas residuales.**
- **Conducciones y canalizaciones de agua.**

PARTE PRIMERA.

Desalación de agua marina y salobre.

Capítulo 1. Mercado Internacional del agua. Desequilibrios internacionales.



1. Desequilibrios internacionales de disponibilidad del agua.