ÍNDICE

Presentación 9

Capítulo 1. **Panorama global de los recursos hídricos** 13

1. El agua como recurso 15
2. Usos y fuentes de agua 18
3. Panorama global de la disponibilidad de agua 23
4. Impacto del cambio climático en los recursos hídricos 29

Bibliografía 32

Capítulo 2. **Contaminación hídrica: origen y efectos** 35

1. Procesos contaminantes en las aguas continentales 37
2. Contaminantes y efectos 39
3. Actividades contaminantes 66
4. Parámetros indicadores de contaminación 87

Bibliografía 91

Capítulo 3. **Contaminación de las aguas superficiales** 97

1. Principales presiones e impactos sobre las aguas superficiales continentales 99
2. Aspectos básicos de la autodepuración de un cauce 102
3. Modelización de la evolución de la contaminación y autodepuración de un cauce 107
4. Caudales ecológicos 110
5. Procesos de eutrofización 117
6. Índices bióticos 121
7. Evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental 130
8. Estrategias para combatir la contaminación 134

Bibliografía 143

Capítulo 4. **Contaminación de las aguas subterráneas** 149

1. Aspectos básicos de las aguas subterráneas 151
2. Focos potenciales de la contaminación de las aguas subterráneas 162
3. Estrategias para la prevención y control de la contaminación en las aguas subterráneas 174

Bibliografía 203

Capítulo 5. **Criterios de calidad de las aguas de consumo humano** 207

1. Aptitud y limitaciones en el uso del agua 209
2. Criterios de calidad de las aguas de consumo humano 212
3. Índices de calidad del agua aplicados al agua potable 270

Bibliografía 282

Capítulo 6. **Gestión integral del agua urbana** 285

1. Introducción a la gestión de los recursos hídricos 287
2. Captación 290
3. Conducciones (aducción) 307
4. Tratamiento 309
5. Depósitos de regulación 310
6. Distribución 313
7. Saneamiento: alcantarillado y depuración 316

Bibliografía 336

Capítulo 7. **Procesos de tratamiento del agua de consumo** 339

1. Características del agua a tratar y procesos 341
2. Coagulación y floculación 343
3. Sedimentación 350
4. Flotación 360
5. Filtración 363
6. Desinfección 370
7. Tratamientos especiales 389
8. Instalaciones de tratamiento 395
9. Tratamiento de fangos 398

Bibliografía 403

Capítulo 8. **Gestión y control de la calidad** 405

1. Normativa aplicable 407
2. Organización de la gestión del agua 410
3. Calidad de las aguas superficiales 416
4. Calidad de las aguas subterráneas 446
5. Sistemas de control 447
6. Redes de control 453
7. Control en los sistemas de abastecimiento 464

Bibliografía 474

GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA URBANA

6



Contenido

1. Introducción a la gestión de los recursos hídricos
2. Captación
3. Conducciones (aducción)
4. Tratamiento
5. Depósitos de regulación
6. Distribución
7. Saneamiento: alcantarillado y depuración

1. INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

En capítulos anteriores se ha realzado la importancia del agua y la necesidad de hacer un uso y gestión eficiente de la misma, ya que es un recurso limitado y además el ser humano interviene de forma importante en su ciclo natural. Esto es especialmente relevante en un país como el nuestro con aportaciones normalmente escasas e irregulares.

Un sistema de gestión del agua tiene que dar respuesta a varios problemas:

- Garantizar un uso sostenible.
- Proteger y recuperar su calidad, tanto para uso humano como ecológica.
- Satisfacer las demandas para un desarrollo social aceptable.

Por todo ello los objetivos de la gestión de los recursos hídricos son diversos y algunos pueden parecer aparentemente contradictorios:

- Garantizar el abastecimiento de la población a un precio razonable.
- Respetar el carácter renovable del recurso para garantizar un uso sostenible.
- Gestionar la demanda para conseguir un uso eficiente del agua.
- Garantizar la calidad adecuada del agua y de los valores ambientales asociados al medio hídrico.
- Garantizar los usos económicos del agua: regadío, industria, hidroelectricidad y otros (piscifactorías, turismo, pesca, etc.).

Con respecto a los recursos disponibles, señalar que España presenta una precipitación irregular (Figura 6.1). Gran parte del territorio tiene una pluviometría comprendida entre 300 - 600 mm/año y una evapotranspiración entre

700 - 1.300 mm/año, por lo cual existen muchas zonas con un déficit de recursos hídricos.

Sólo el 40 % de la precipitación corresponde a la zona mediterránea (el otro 60 % corresponde a la atlántica) zona con gran demanda: agricultura y turismo.

El total de recursos disponibles de agua está calculado en unos 55 billones de m^3/año y los consumos en 37 billones de m^3/año, repartidos de la siguiente forma: agricultura (24,25), industria (1,95), municipal y doméstico (4,3), otros usos (6,6). Por todo ello se hace necesario la regulación y optimización de los recursos disponibles.

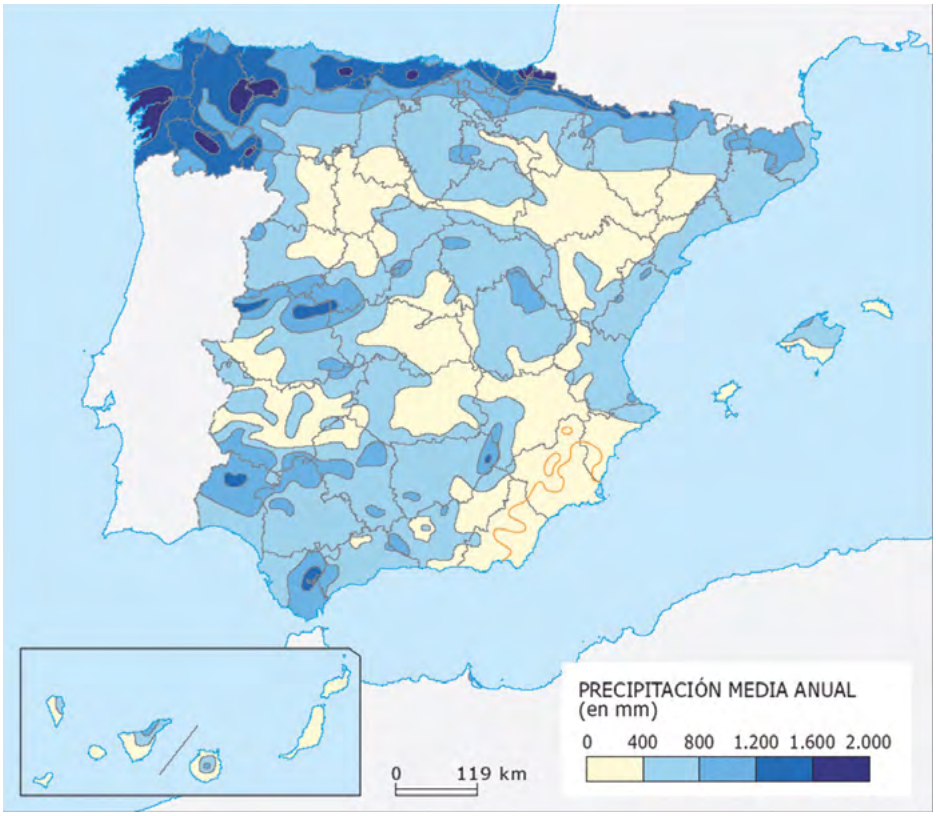


Figura 6.1. Precipitación media anual en España (IGN, 2008).

Como ejemplo, se muestran a continuación los datos correspondientes a la Comunidad de Madrid, cuya situación es la siguiente:

Esta Comunidad tiene una población total de 6,4 millones de habitantes de los cuales en la ciudad de Madrid viven más de 3 millones de habitantes (IE-CM, 2015; Ayuntamiento de Madrid, 2015). El consumo anual de agua se estima en más de 500 hm^3/año.

La aportación de agua es irregular, entre 213 – 1.707 hm^3/año y la precipitación media es de 4.000 hm^3/año, produciéndose una evapotraspiración de las 4/5 partes, por lo cual los recursos disponibles son de 800 hm^3/año.

La máxima capacidad de agua embalsada es de 950 millones de metros cúbicos (el embalse del Atazar, principal embalse, tiene una capacidad de 425 hm^3). También se utilizan fuentes alternativas como pozos y trasvases.

Según las aportaciones anuales, en esta Comunidad pueden existir problemas para satisfacer las demandas de consumo, por lo que se hace necesaria una optimización de los recursos hídricos.

En el presente Capítulo se va a tratar el ciclo del uso del agua desde que es captada en la naturaleza, hasta que es devuelta a la misma una vez usada, el cual sigue los siguientes pasos:

Obtención del agua mediante captaciones superficiales, subterráneas u otros medios.

Transporte a través de grandes conducciones, hasta las estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP), donde el agua se hace apta para el consumo humano.

Posteriormente, mediante grandes conducciones, el agua ya tratada se transporta hasta los depósitos de regulación y almacenamiento.

Desde los depósitos parten las redes de distribución, que hacen llegar el agua hasta los usuarios.

Una vez usada por éstos, es devuelta a la red de alcantarillado, que a su vez la conduce a colectores y emisarios que la transportan hasta las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR).

En las EDAR se procede al tratamiento del agua residual, permitiendo de esta forma que su devolución al medio no altere las condiciones ambientales del entorno.

Al conjunto de estas fases que atraviesa el agua desde su captación hasta su devolución al medio natural es lo que se va a denominar *gestión integral del agua*.

2. CAPTACIÓN

La captación es el conjunto de infraestructuras que permiten obtener el agua en origen e incorporarla al sistema de abastecimiento. Van a depender de las precipitaciones, características del terreno y de los recursos disponibles en cada territorio. Podemos distinguir varios tipos de captaciones:

- Captaciones superficiales: embalses (infraestructuras realizadas sobre cursos naturales o presas) o directamente de los recursos superficiales (ríos, lagos, etc).
- Captaciones subterráneas: pozos (extracción de agua del acuífero subterráneo) y manantiales (alumbramiento de forma natural).
- Desalación de agua del mar.
- Reutilización de aguas residuales depuradas.

2.1. Captaciones superficiales

En este apartado se hará referencia específicamente a los embalses.

Los embalses son infraestructuras de regulación y control de los recursos hídricos basadas en una presa de contención. Acumulan los volúmenes excedentes en épocas de grandes aportaciones, para suministrarlos en épocas de estiaje. La regulación es interanual, es decir, se tiende a prevenir la falta de agua en largos períodos de sequía.

Pueden desempeñar varios tipos de funciones: hidroeléctricas, riegos, industrial, control de avenidas, abastecimiento doméstico, uso mixto.

Al planear la construcción de un embalse, se debe buscar un espacio que pueda retener la mayor cantidad de agua con una presa de la menor dimensión posible. Habrá que tener en cuenta las condiciones del terreno, exigencias del uso y múltiples factores de tipo económico, social y ambiental.

Una presa puede definirse como una barrera o una estructura colocada cruzando un curso de agua para retener el agua y así controlar el caudal.

En la Figura 6.2 se representa un esquema de los elementos de una presa.

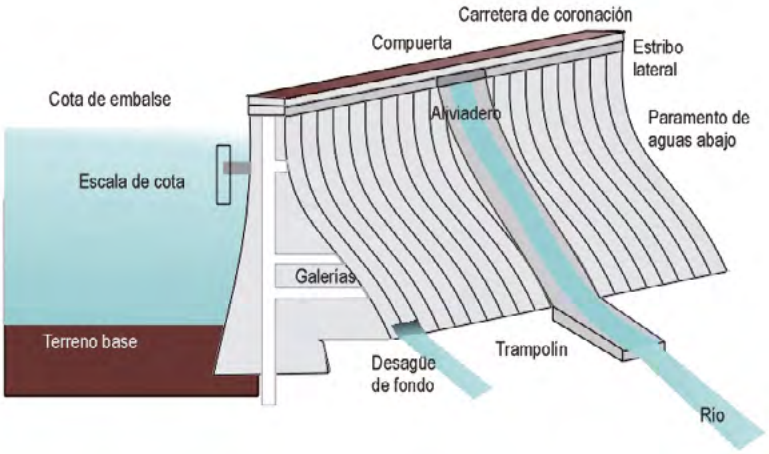


Figura 6.2. Esquema de una presa (ICOLD, 2007).

La Comisión Internacional de Grandes Presas, ICOLD (*International Commission on Large Dams*), clasifica las presas según los siguientes tipos de materiales (hormigón, materiales sueltos, etc.), cuyas principales características se señalan a continuación.

2.1.1. Presas de fábrica

Se consideran como tales aquellas construidas en hormigón, aunque también se incluyen en este tipo las presas antiguas que están realizadas en mampostería (bloques de sillería, ladrillos). Dentro de las presas de obra de fábrica podemos distinguir diferentes tipos: gravedad, gravedad aligerada o contrafuertes y de muro curvo.

Presas de gravedad

Es el tipo de muro más sencillo, se fundamenta en la resistencia que el propio peso de la obra opone al empuje de las aguas. Depende por completo de su propio peso para su estabilidad. Su perfil es trapezoidal, y su base de cimentación, rectangular. El peso de la presa es notable y sirve para que, al componerse con el empuje y otras fuerzas, la resultante incida en el interior de la base de la presa

Presas de gravedad aligeradas o contrafuertes

En este tipo de presas hay que diferenciar dos elementos estructurales distintos: la membrana o pantalla estanca que detiene las aguas y los contrafuertes que soportan y transmiten a la cimentación los empujes que sufre la pantalla de cerramiento.

Para equilibrar el peso que se le quita con el aligeramiento, se le da un talud aguas arriba para disponer del peso adicional del prisma que gravita sobre él. Además, se distribuye la masa de hormigón de forma que se logre un mayor momento de inercia en la sección horizontal.

La cara de aguas arriba de una presa de contrafuertes está inclinada generalmente en un ángulo de unos 45 grados. Esta cara inclinada y los contrafuertes sirven para transferir el empuje del agua hacía abajo, en dirección de los cimientos de la presa (Figura 6.3).

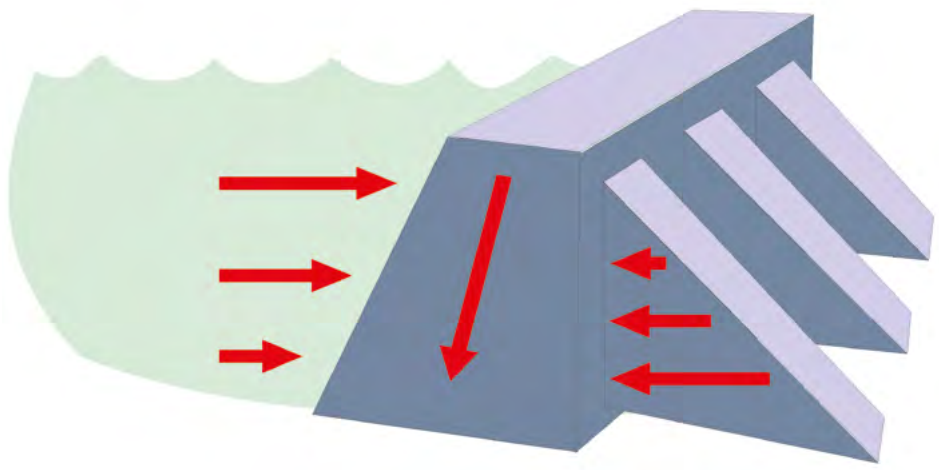


Figura 6.3. Esquema de una presa de contrafuertes.

Presas de muro curvo

Generalmente denominadas de arco, aunque también pueden denominarse de bóveda, se fundamentan en su capacidad de transmitir el empuje de las aguas a los estribos (o laderas del valle), tal como sucede en un arco cualquiera (Figura 6.4).

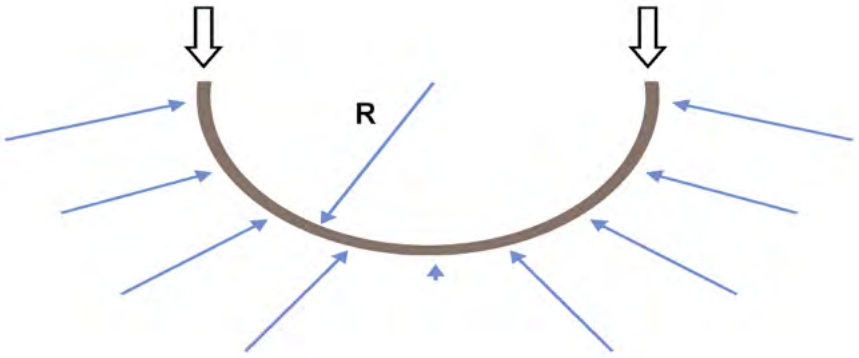


Figura 6.4. Esquema de presa de muro curvo (Novak, 2007).

Estructuralmente son más eficientes que las anteriores ya que reducen considerablemente el volumen de hormigón necesario.

Las cimentaciones rocosas deben ser mucho más sólidas para soportar el empuje de la presa y las laderas suelen requerir roca de buena calidad.

Pueden tener curvatura sólo horizontal o doble curvatura:

- Arco: tiene curvatura sólo horizontal.
- Arco-gravedad: con doble curvatura, resiste al empuje por el peso del muro que transmite al estribo a través del arco.
- Cúpula: variedad dentro del tipo bóveda donde el muro no es una bóveda sino una cúpula.

2.1.2. Presas de materiales sueltos

Estas presas representan alrededor del 75 % de la totalidad de las presas en el mundo. Dentro de las presas de materiales sueltos podemos agruparlas en varios tipos formados exclusiva o preferentemente por materiales naturales: piedras, gravas, arenas, limos, arcillas y suelos en general.

Presas de tierra

Cuando más del 50 % de los materiales son de tierra compactada o mezclados con gravas.

Las causas o motivos de su construcción son la capacidad de la moderna maquinaria para tratar grandes masas de tierra, grava o escollera y los procesos técnicos con un más perfecto conocimiento de la mecánica de suelos que permite preparar mezclas de tierra adecuada a los fines de estos diques y compactarla.

Presas de escollera

Cuando más del 50 % del volumen total está compuesto de bloques compactados o vertidos de rocas, fragmentos rocosos o de roca de cantera de dimensiones generalmente superior a 10 cm.

Presas de tierra-escollera

Combinación de las dos anteriores. En la Figura 6.5 se representa un esquema de la misma.

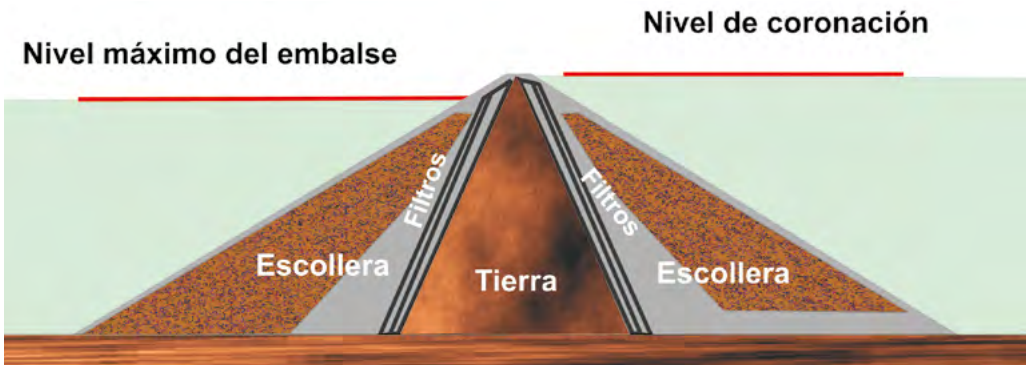


Figura 6.5. Esquema presa tierra-escollera (ICOLD, 2007).

2.1.3. Presas mixtas

Son aquellas que combinan o bien tipos de muros o bien clases de materiales.

Como resumen, en la Figura 6.6 se muestran los principales tipos de presas: gravedad, contrafuerte, arco-bóveda y escollera.

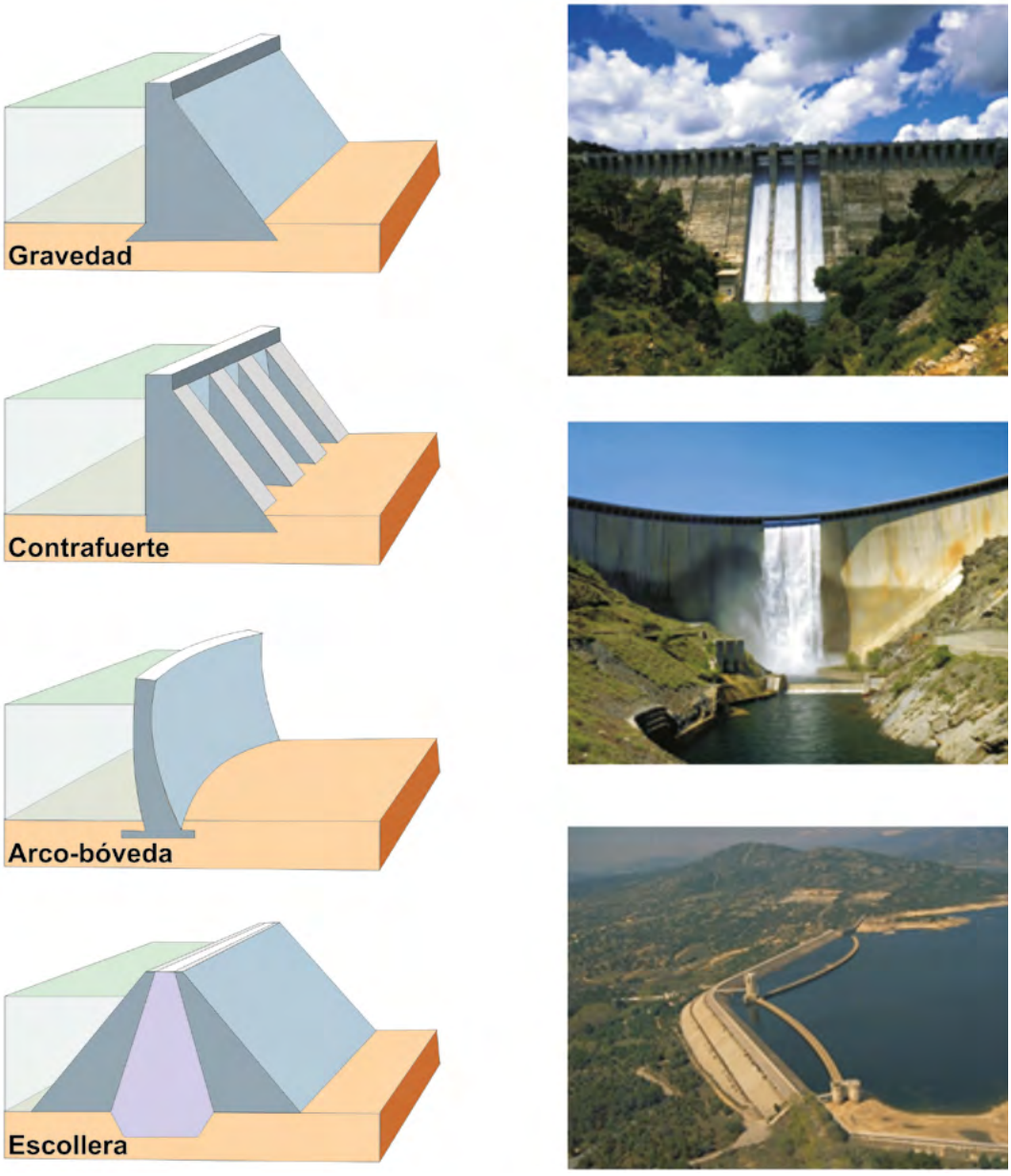


Figura 6.6. Tipos de presas.

2.2. Captaciones subterráneas

Las principales infraestructuras para la captación de aguas subterráneas son los pozos.

Las aguas subterráneas son aquellas que se alojan y circulan en el subsuelo, conformando los acuíferos. La fuente de aporte principal es el agua de lluvia, mediante el proceso de infiltración, aunque también pueden alimentarse de ríos, arroyos, lagos.

El agua se infiltra en el terreno, rellenando poros y fisuras, formando un depósito natural (acuífero) y cuando éstos se saturan, el agua fluye por gravedad hacia los manantiales, ríos o mares.

Las aguas subterráneas están en continuo movimiento, aunque menor que las superficiales, y su dinámica depende de las características geológicas donde se infiltren las aguas. Su movimiento en los acuíferos va de zonas de recarga a zonas de descarga, con velocidades relativamente bajas que producen tiempos de residencia largos, originando en muchos casos grandes volúmenes de agua almacenada.

2.2.1. Distribución del agua subterránea

El agua en el subsuelo se puede situar en las siguientes zonas (Figura 6.7):

Zona no saturada o de aireación

La zona de aireación está constituida a su vez por el manto capilar, la zona seca y por el manto de evaporación.

El *manto capilar* se encuentra ubicado en la zona inmediatamente superior al estrato de saturación. El agua asciende por capilaridad por los intersticios del terreno y su espesor depende principalmente de la distribución del tamaño de los poros y de la homogeneidad del terreno.

El *manto de evaporación* (o edáfico) es la zona superior del suelo, donde el agua es retenida por la vegetación. Entre el manto de evaporación y el capilar, existe una zona intermedia que tiene poco contenido en agua (zona seca).

El límite entre el manto capilar y la zona de saturación, está constituido por una superficie de forma variable, que recibe la denominación de *capa freática* (ni-

vel freático). En esta superficie la presión del agua es la atmosférica. A partir de la misma y en sentido descendente, las presiones del agua irán aumentando en función de la profundidad que se alcance.

La capa freática no tiene un nivel constante, sino que asciende y desciende en función de las precipitaciones y otras aportaciones de agua que se puedan dar.

Zona de saturación

Está situada por debajo del nivel freático. En esta zona, todo el volumen de huecos se encuentra relleno de agua. La zona de saturación se encuentra inmediatamente por encima de alguna capa de suelo impermeable, a través de la que el agua no puede continuar su infiltración.

Esta zona es a la que se deberá llegar para efectuar captaciones de aguas subterráneas.

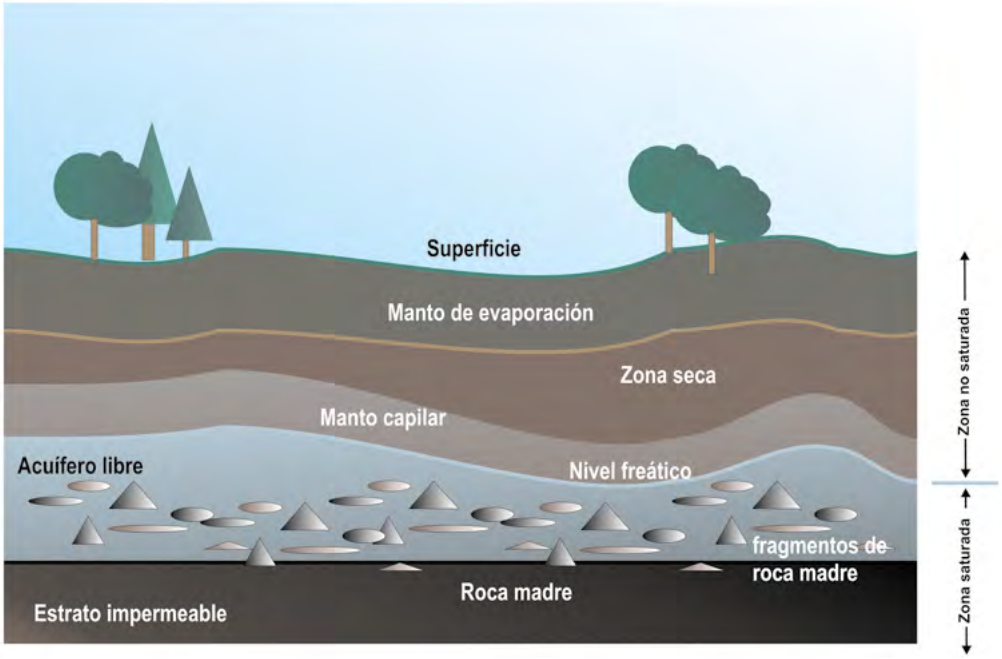


Figura 6.7. Estratificación del suelo en un acuífero libre.

2.2.2. Acuíferos

Los acuíferos son aquellas formaciones geológicas que permiten almacenar y transmitir agua susceptible de ser explotada en cantidades apreciables para atender distintas necesidades.

Se pueden clasificar en función de la presión hidrostática del agua a la que pueden estar los mismos:

Acuífero libre

Es el acuífero en el que la superficie libre del agua se encuentra por debajo del techo del acuífero y que están en contacto con el aire, por lo tanto, está a la presión atmosférica.

En estos acuíferos, al perforar pozos que los atraviesan total o parcialmente, el lugar geométrico definido por los niveles del agua de cada pozo forma una superficie real (capa freática), cuya posición no es fija sino que varía en función de las épocas secas o lluviosas.

Acuífero confinado o artesiano

Es el acuífero en el que el agua está sometida a una cierta presión superior a la atmosférica y ocupa la totalidad de los poros o huecos de la formación geológica que la contiene, saturándola totalmente. Por ello, durante la perforación de pozos en acuíferos de este tipo, al atravesar su techo, se observa un ascenso rápido del nivel de agua hasta estabilizarse en una determinada posición (nivel freático). De acuerdo con este nivel y la posición de la cota geométrica del brocal de la perforación, tenemos dos tipos de pozos: surgentes y no surgentes.

Acuífero semiconfinado

El suelo y el techo del acuífero no son totalmente impermeables y permiten la filtración vertical del agua y, por tanto, puede recibir recarga o perder agua a través del techo o de la base. Este flujo vertical sólo es posible si existe una diferencia de potencial entre ambos niveles.

En los pozos ordinarios, el agua no se eleva permaneciendo en la parte inferior del agujero perforado y en los pozos artesianos el agua se eleva hasta una determinada cota por diferencia de presión (Figura 6.8).

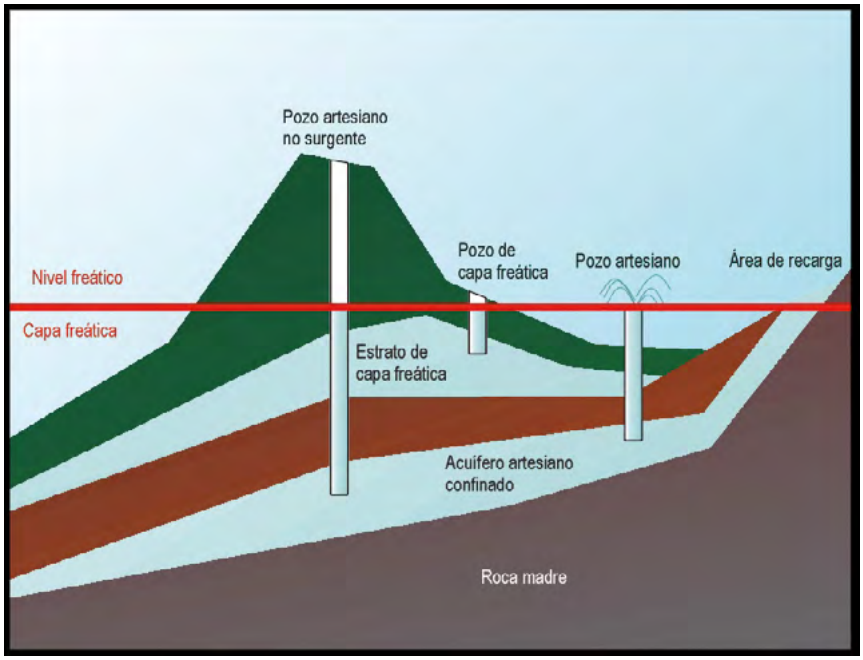


Figura 6.8. Esquema de un acuífero (Collazo, 2012).

También se pueden clasificar los acuíferos en función de la porosidad:

- Si se debe a grietas o fisuras, los acuíferos se denominan *fisurados*. Algunas rocas (tales como las calizas, margas y dolomías) son solubles al agua, con lo cual las fisuras se agrandan, formando conductos y cavidades de considerable tamaño (karstificación), denominándose también *acuíferos kársticos*.

  En las rocas duras de origen ígneo o metamórfico que no se disuelven (granito, gneis, pizarra, cuarcita), sólo actúa el fenómeno de meteorización, con lo cual las fisuras son más pequeñas, menos numerosas, discontinuas, más superficiales y con poca comunicación entre las fisuras, por lo que cuando se perforan estos terrenos aparece poca cantidad de agua.

- Si es debida a la permeabilidad intergranular, los acuíferos reciben los nombres de *porosos* y *detríticos* (gravas y arenas). Están constituidos por materiales sueltos no consolidados. El agua circula con facilidad por los poros o espacios que dejan entre sí las partículas.
- Cuando es debida a una combinación de las dos anteriores, los acuíferos reciben la denominación de acuíferos *mixtos*. Las areniscas y los conglomerados son un tipo de roca intermedia que están formadas por materiales sueltos (arena en el caso de las areniscas y grava en el caso de los conglomerados) unidos mediante un cemento (generalmente calcáreo o silíceo).

2.2.3. Pozos y sondeos

Se denominan pozos a las excavaciones de gran diámetro y escasa profundidad efectuadas en terrenos blandos, fundamentalmente de forma manual, con el fin de extraer agua subterránea. El término sondeo corresponde a las perforaciones, generalmente realizadas con maquinaria, con menor diámetro y mayor desarrollo en profundidad, y pueden ser sondeos de investigación o de explotación. Ambos tipos se realizan para extraer las aguas subterráneas y presentan las siguientes características:

- Los pozos son de diámetros grandes (más de un metro) y poco profundos (rara vez alcanzan los 10 y 12 metros). Se revisten de ladrillo hueco o de aros de hormigón, en ambos casos con unos orificios destinados a permitir el paso del agua desde el acuífero hacia el interior del pozo. Cuando en su construcción el pozo se complementa con unas galerías horizontales o unos tubos radiales a modo de brazos para aumentar el caudal que pasa hasta el pozo, reciben el nombre de «pozos radiales».
- Los sondeos son estrechos y profundos (a veces llegan a 500 metros de profundidad). Para sacar el agua, hay que instalar una bomba y una tubería. Se revisten con tuberías metálicas ranuradas o agujereadas en la zona que atraviesa el acuífero para permitir el paso del agua. Cuando el acuífero tiene arenas muy finas que son arrastradas por el agua en su movimiento, se colocan filtros de gravas de tamaños adecuados, entre la pared del sondeo y la tubería ranurada (Figura 6.9).

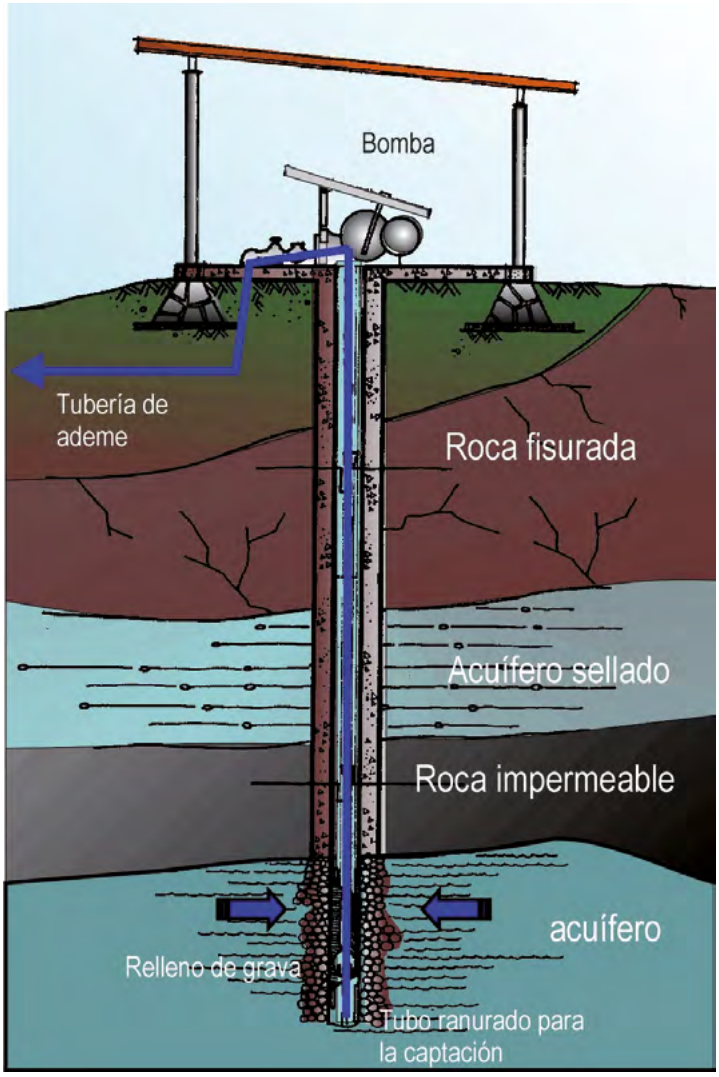


Figura 6.9. Esquema de un sondeo.

2.3. Captación de agua del mar. Desalación

En zonas costeras con escasez de recursos hídricos se puede recurrir a la utilización de agua del mar mediante desalación, convirtiéndose en un recurso hídrico perfectamente aprovechable, tanto para el abastecimiento humano, como para el riego y usos industriales.

Lo que denominamos agua son distintas disoluciones naturales que varían, desde las aguas muy finas de manantial de montaña de 0,2 g/L de sal hasta los 35 g/L del agua de mar y los más de 50 g/L de las salmueras, pasando por toda una gama de aguas salobres de concentraciones entre 3 y 25 g/L.

El agua del mar no es apta para el consumo humano por tener una cantidad de sales disueltas en una proporción superior a 0,5 g/L. Por tanto, si queremos obtener agua potable a partir del agua del mar (35 g/L) tendremos que separar las sales que contiene hasta llegar al agua potable (< 0,5 g/L).

En el proceso de desalación, por cada litro de agua de mar obtenemos de agua dulce 0,45 L y más de la mitad de salmuera, 0,55 L.

En la actualidad la oferta de agua desalada se ha incrementado notablemente debido, sobre todo, al abaratamiento de los costos de producción, propiciado por el uso de técnicas cada vez más refinadas. Se producen más de 30.000 hm^3/año de agua desalada en todo el mundo, lo que sería suficiente para abastecer una población superior a 150 millones de habitantes.

En la actualidad unos 60 millones de personas beben agua desalinizada en todo el mundo, con Arabia Saudita a la cabeza y con USA y España dentro de los primeros productores. La previsión es que países como Sudáfrica, México, Chile, India o China dupliquen su capacidad en los próximos años. En España hay una producción aproximada de 150 hm^3/año, correspondiendo un 60 % a la desalación de agua de mar y el 40 % al agua salobre (agua subterránea).

Para su obtención, los procesos de evaporación se utilizan mucho en Oriente Medio, pero en el resto del mundo la ósmosis inversa es el proceso predominante.

En la evaporación, siempre se está intentando disminuir el punto de ebullición a base de reducir la presión del agua, con el objeto de propiciar la ebullición múltiple. Con todo ello se están consiguiendo reducir los costes de producción.

En la Tabla 6.1 se muestra una clasificación de los métodos existentes, describiéndose en los apartados siguientes algunos de los procesos utilizados.

Tabla 6.1. Métodos de desalación

Separación	Energía	Proceso	Método
Agua de sales	Térmica	Evaporación	Destilación súbita (flash), MSF
			Destilación multiefecto, MED
			Termocompresión de vapor,VC
			Destilación solar
		Cristalización	Congelación
			Formación de hidratos
		Filtración y evaporación	Destilación con membranas
	Mecánica	Evaporación	Compresión mecánica vapor
		Filtración	Ósmosis inversa
Sales de agua	Eléctrica	Filtración selectiva	Electrodiálisis
	Química	Intercambio	Intercambio iónico

2.3.1. Destilación súbita. Proceso MSF

En los procesos de MSF (*Multiple Stage Flash Distillation*), el agua salada se calienta en un depósito (calentador) mediante un intercambiador de calor. El agua después se hace pasar por otras etapas donde se va reduciendo la presión con el objeto de producir en cada uno de ellos, una rapidísima evaporación (flash). El vapor se condensa en un haz tubular por donde circula agua salada fría con destino al calentador (Figura 6.10). En el proceso no se utilizan temperaturas del agua superiores a los 110 °C.

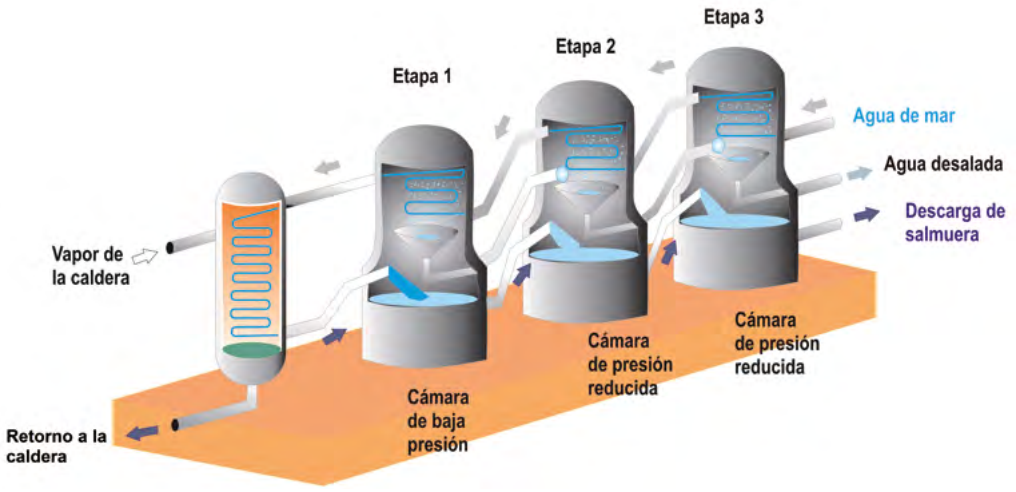


Figura 6.10. Instalación MSF (AGEDI, 2016).

En las plantas de MSF, puede haber entre 4 y 25 etapas de evaporación con reducción de presión. Se pueden construir plantas de hasta 70.000 m^3/día de capacidad.

2.3.2. Destilación multiefecto. Proceso MED

Al contrario que en el proceso MSF, en el proceso MED (*Multi-Effect Distillation*) la evaporación se produce de forma natural en una cara de los tubos de un intercambiador, aprovechando el calor latente desprendido por la condensación del vapor en la otra cara del mismo.

Una planta MED tiene varias etapas conectadas en serie a diferentes presiones de operación, dichos efectos sucesivos tienen cada vez un punto de ebullición más bajo por el efecto de dicha presión. Esto permite que el agua de alimentación experimente múltiples ebulliciones, en los sucesivos efectos, sin necesidad de recurrir a calor adicional a partir del primero. El agua salada se transfiere luego al efecto siguiente para sufrir una evaporación y el ciclo se repite, utilizando el vapor generado en cada efecto (Figura 6.11). Normalmente también existen cámaras flash para evaporar una porción del agua salada que pasa al siguiente efecto, gracias a su menor presión de operación.

La capacidad de este tipo de plantas suele ser más reducida que las MSF y no suele superar las 15 etapas y los 15.000 m^3/día. Se diseñan para que la temperatura de funcionamiento esté sobre los 70 °C.

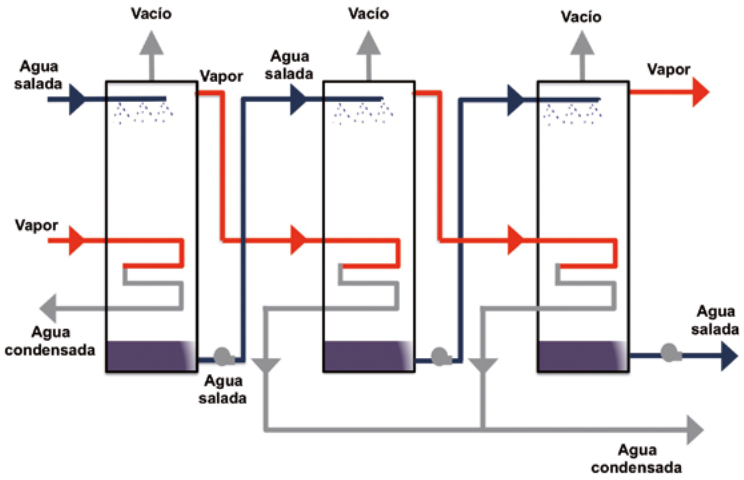


Figura 6.11. Instalación MED (Urrutia, 2005).

2.3.3. Termocompresión de vapor. Proceso VC

El proceso de VC (*Vapour Compression Distillation*), se emplea por lo general en plantas pequeñas y medianas (2.500 m^3/día). En este sistema el agua de mar es calentada por compresión del vapor de agua que previamente se ha obtenido. Para facilitar la evaporación también se procede a reducir la presión ambiente (Figura 6.12).

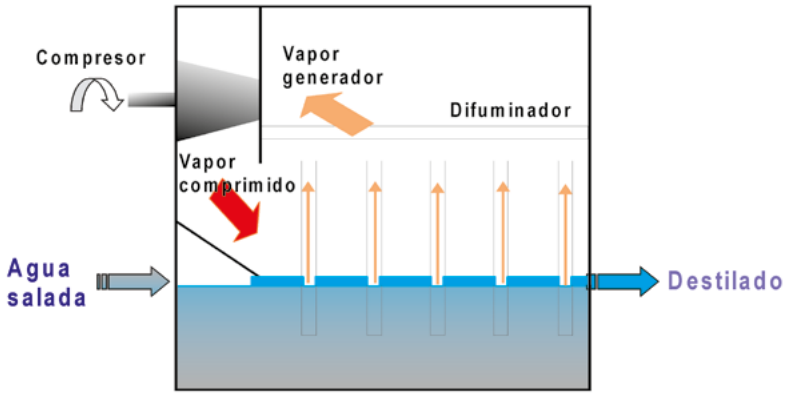


Figura 6.12. Instalación de VC (Urrutia, 2005).

2.3.4. Electrodiálisis

La electrodiálisis funciona gracias al aprovechamiento de la naturaleza iónica de las sales que se encuentran disueltas en el agua. Con el uso de electrodos de carga eléctrica opuesta y de membranas selectivas, que sólo dejan pasar aniones o cationes, el agua de mar va perdiendo, a medida que transita por el circuito, su salinidad para acabar transformándose en agua potable.

2.3.5. Ósmosis inversa

La ósmosis inversa consiste en la transferencia de un disolvente, de una solución diluida hacia una solución concentrada, a través de una membrana semipermeable. Si ejercemos una presión superior a la osmótica, podemos invertir el flujo y así enriquecer la solución más concentrada a partir de la solución diluida.