

Manual para la prevención de la legionelosis en instalaciones de riesgo





Manual para la Prevención de la Legionelosis en Instalaciones de Riesgo



Instituto de Salud Pública

 Comunidad de Madrid



Dirección General de Salud
Pública y Alimentación

 Comunidad de Madrid





Biblioteca
 **virtual**

Esta versión forma parte de la Biblioteca Virtual de la **Comunidad de Madrid** y las condiciones de su distribución y difusión se encuentran amparadas por el marco legal de la misma.



www.madrid.org/publicamadrid



Presentación

La legionelosis es una enfermedad producida por una bacteria presente de manera muy ubicua en el medio ambiente, concretamente en el medio acuático. La enfermedad se manifiesta de dos formas muy diferentes, con un cuadro gripal denominado fiebre de Pontiac y con su manifestación típica de neumonía o enfermedad de los legionarios.

En nuestro país han acaecido diversos brotes comunitarios de legionelosis, con gran impacto social y mediático que ha requerido una respuesta rápida y eficaz por parte de la Administración Sanitaria, dirigida a prevenir y controlar la enfermedad.

En el caso de la Comunidad de Madrid, a raíz del brote de legionelosis ocurrido en 1996, en Alcalá de Henares, la Dirección General de Salud Pública de la Consejería de Sanidad y Consumo, diseñó una estrategia para la prevención y control de esta patología emergente, articulada en el marco de los programas de Salud Pública. Su objetivo era prevenir, controlar y, en su caso, minimizar el riesgo asociado a un conjunto de instalaciones que utilizan agua en su funcionamiento y producen bioaerosoles.

Una de las actuaciones del programa perseguía favorecer la información a los técnicos de salud pública y personal de mantenimiento de las instalaciones. La publicación, en el año 2000, de la Guía para la prevención de la Legionelosis en instalaciones de riesgo, torres de refrigeración y condensadores evaporativos, tuvo una buena acogida entre los sectores profesionales y contribuyó a que los titulares de estas instalaciones se responsabilizasen de los preceptivos tratamientos higiénico-sanitarios.

Sin embargo, con la promulgación del Real Decreto 865/2003, se ha ampliado el abanico de instalaciones de riesgo, al incluir los sistemas de agua caliente sanitaria, bañeras y piscinas de hidromasaje de uso individual y colectivo. Por ello era necesario actualizar y modernizar el citado documento técnico, incorporando las nuevas especificaciones técnico-sanitarias de estos sistemas y adaptando su contenido a los avances técnicos y científicos.

La tendencia actual de los programas de prevención y control de las instalaciones de riesgo, se orienta a que sean los responsables directos de las mismas los que asuman la evaluación de riesgos y establezcan sistemas de control y vigilancia, pasando la Administración Sanitaria a ser el organismo que apruebe y supervise la implantación de dichos sistemas de autocontrol. Por ello, se incluye un apartado novedoso sobre programa de autocontrol que pretende suministrar pautas para la implantación de estos procedimientos a los titulares de las instalaciones.

Con la publicación de este Manual, dirigido a titulares de instalaciones, empresas de mantenimiento, y otros profesionales implicados en el control y prevención de la legionelosis, se pretende profundizar en el conocimiento de los diferentes sistemas que conllevan un riesgo de exposición a la legionela, así como en las medidas preventivas a aplicar en su mantenimiento y que están recogidas en la normativa vigente.

D. Agustín Rivero Cuadrado

Director General de Salud Pública y Alimentación

Índice

1.	LEGIONELA Y LEGIONELOSIS	7
1.1.	BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LA LEGIONELA	9
1.2.	MUPLICACIÓN Y TRANSMISIÓN	11
1.3.	LEGIONELOSIS: MANIFESTACIONES CLÍNICAS Y EVOLUCIÓN	12
2.	DISPOSITIVOS QUE PUEDEN CAUSAR LEGIONELOSIS .	15
2.1.	TORRES DE REFRIGERACIÓN Y CONDENSADORES EVAPORATIVOS	17
2.1.1.	Diseño y funcionamiento	17
2.1.2.	Medidas Preventivas	27
2.2.	SISTEMAS DE INSTALACIONES INTERIORES DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y FRÍA DE CONSUMO HUMANO (ACS y AFCH)	33
2.2.1.	Diseño y funcionamiento	34
2.2.2.	Medidas preventivas	43
2.3.	BAÑERAS Y PISCINAS DE HIDROMASAJE DE USO INDIVIDUAL Y COLECTIVO	44
2.3.1.	Diseño y funcionamiento	46
2.3.2.	Medidas Preventivas	52
3.	MANTENIMIENTO	53
3.1.	GENERALIDADES	55
3.1.1.	Conocimientos generales de la química del agua	55
3.1.2.	Productos Químicos. Tratamiento del Agua ..	65
3.1.3.	Registro de Productos	68
3.1.4.	Registro de Empresas	70
3.1.5.	Control Analítico y Toma de Muestras	71
3.1.6.	Instalación y Mantenimiento Técnico	73
3.1.7.	Formación del Personal de Mantenimiento Higiénico-Sanitario	76
3.2.	MANTENIMIENTOS ESPECÍFICOS	79
3.2.1.	Mantenimiento de Torres de Refrigeración y Condensadores Evaporativos	79
3.2.2.	Agua Sanitaria Fría y Caliente	94
3.2.3.	Bañeras y Piscinas de Hidromasaje de Uso Individual o Colectivo	99

4.	PROGRAMA DE AUTOCONTROL	107
5.	LEGISLACIÓN	135
6.	BIBLIOGRAFÍA	139
7.	DIRECCIONES DE INTERÉS	145
8.	DOCUMENTOS PUBLICADOS	149



Autores:

Isabel Abad Sanz
Antonio Avello de Miguel
María Teresa López González
Javier Reinares Ortiz de Villajos
Concepción de Paz Collantes

Coordinación:

Isabel Abad Sanz

Agradecimientos:

Los autores quieren dejar patente su agradecimiento a todos aquellos que de forma directa o indirecta han colaborado en la edición del presente Manual, con especial énfasis a Mercedes Butler Sierra, Bernardo Ferrer Simó y Marta Martín Vega y a la Comisión del Programa de Prevención y Control de la legionelosis en la Comunidad de Madrid, que han aportado su visión práctica al mismo.







Legionela y legionelosis

■ Legionela y legionelosis

Descripción del agente patógeno

La legionelosis es un conjunto de diferentes enfermedades, donde se incluyen una neumonía, conocida como Enfermedad del legionario, y un cuadro gripal denominado Fiebre de Pontiac, que tienen en común estar ocasionadas por bacterias pertenecientes a un mismo grupo, la familia Legionellaceae.

La familia Legionellaceae incluye un único género, *Legionella*, que agrupa cerca de 50 especies diferentes y un total de unos 70 serogrupos distintos. De todas las especies destaca por su mayor patogenicidad *Legionella pneumophila*, y particularmente los serogrupos 1, 4 y 6 responsables de la mayoría de las cepas aisladas en las infecciones humanas. Otras especies importantes del género *Legionella* son: *Legionella micdadei*, *Legionella bonzemanii*, *Legionella longbeache* o *Legionella dumoffii*.

Características morfológicas y fisiológicas

Los miembros de la familia Legionellaceae se caracterizan por ser gramnegativos, aerobios y carecer de formas de resistencia. En los cultivos primarios se muestran como bacilos que miden de 0'3 a 0'9 μm de ancho y de 2 a 20 μm de largo, móviles con uno o más flagelos en disposición polar o lateral. No obstante se han observado diferentes formas cocobacilares inmóviles en tejidos y especímenes clínicos y gran variedad morfológica en el interior de amebas.

Este microorganismo posee requerimientos nutricionales complejos y no crece en los medios de cultivo estándares. El medio α -BCYE es el medio primario para el cultivo y aislamiento de la bacteria, donde difícilmente crece en 8-10 días. La L-cisteína representa un ingrediente esencial para el cultivo, mientras que los iones hierro conjuntamente con los cetoácidos facilitan su desarrollo.

Factores ecológicos

Legionella es considerada una bacteria ambiental ya que su nicho natural son las aguas superficiales como lagos, ríos, estanques, aguas termales, aunque también se ha aislado en aguas marinas poco salobres y en agua de lluvia almacenada. Se ha aislado, así mismo, en una gran variedad de suelos húmedos

(excepto en suelos altamente ácidos como la turba) y productos derivados de la madera. En estos ambientes, nunca alcanza concentraciones altas y posiblemente se presente como forma simbiótica o parásita de amebas de vida libre como *Acanthamoeba*, *Naegleria*, *Hartmanella* o *Vahlkampfia* ya que se ha encontrado en el interior de sus quistes, constituyendo así una forma de resistencia, de la cual carece.

Desde estos reservorios naturales la bacteria pasa a colonizar diversos sistemas de agua artificiales como son los abastecimientos de agua de las ciudades. Una vía importante de expansión, aunque no la única, sería la red de distribución de agua, ya que a través de ella se incorpora a los sistemas de agua sanitaria (fría o caliente) u otros que requieran agua para su funcionamiento y puedan generar aerosoles.

Estas instalaciones, en ocasiones, favorecen el estancamiento del agua y la acumulación de productos que sirven de nutrientes tanto para los protozoos como para las bacterias, que con una temperatura adecuada crecen hasta alcanzar niveles infectantes para el hombre. La presencia de biofilm juega un papel importante en el anidamiento y constituye un foco de reinfección de las instalaciones. El biofilm se compone no solamente de los protozoos, bacterias, hongos, etc., que viven en él, sino también de la matriz que los agrega formada por productos de excreción de los microorganismos y materias inorgánicas.

A partir de estos lugares la bacteria pueden alcanzar otros puntos del sistema en los que, si existe un mecanismo productor de aerosoles, la bacteria puede dispersarse en esta forma. Las gotas de agua conteniendo la bacteria o vesículas con bacterias (provenientes de los protozoos) pueden permanecer suspendidas en el aire y penetrar en las vías respiratorias alcanzando los pulmones.

Las instalaciones que más frecuentemente se encuentran contaminadas con *Legionella* y han sido identificadas como fuentes de infección son los sistemas de agua sanitaria, caliente y fría; torres de refrigeración y condensadores evaporativos; spas y jacuzzis. En la literatura científica también se encuentran descritas en el ámbito hospitalario, infecciones relacionadas con equipos utilizados en terapia respiratoria. Otras instalaciones implicadas con la infección por *legionela* son las fuentes ornamentales, humidificadores e instalaciones de hidroterapia.

Multiplicación

Para que pueda llegar a ser infeccioso el microorganismo, es necesario que se alcance en el agua una cierta concentración.

Los factores primordiales favorecedores de su multiplicación en el medio, son los siguientes:

- ◆ **ALTAS TEMPERATURAS.** El crecimiento de la bacteria es elevado en agua con temperaturas entre 20 °C y 45 °C y alcanza el óptimo alrededor de 37 °C. A temperaturas superiores a 70°C la Legionella muere, pero si no se alcanza esa temperatura en todos los puntos del sistema, los microorganismos que sobreviven pueden volver a multiplicarse.
- ◆ **SUCIEDAD,** que garantiza la presencia de otros microorganismos (bacterias y protozoos) necesarios para la multiplicación de la legionela y de los nutrientes apropiados, que posibilitan la formación de biopelículas (biofilm) en las superficies internas de las instalaciones. Estas biopelículas constituyen nichos ecológicos que permiten a los microorganismos compartir nutrientes y protegerse de posibles agresiones químicas por ejemplo: la acción de los desinfectantes añadidos al agua.

En spas y jacuzzis los altos niveles de "contaminantes" (grasas corporales, escamas de piel, lociones bronceadoras, bacterias, hongos y otras materias orgánicas) así como hojas, insectos, polvo, etc. en torres de refrigeración pueden ser factores que incrementan la suciedad favoreciendo la multiplicación de la legionela.

- ◆ **MATERIALES INADECUADOS,** como madera y otros a base de celulosa, que propician el acantonamiento y multiplicación de microorganismos y dificultan la limpieza y desinfección de éstas.
- ◆ **CORROSIÓN E INCRUSTACIONES,** que contribuyen a la multiplicación de la legionela a través del aporte de nutrientes (hierro, fosfatos, etc.) y favorecen el acantonamiento de la bacteria, con lo que disminuye la eficacia de las tareas de limpieza y desinfección.

Transmisión

Para que el agua contaminada represente un riesgo es necesario que se disperse en la atmósfera en forma de aerosol (gotas

de tamaño respirable, 1-5 micras). La transmisión se produce por inhalación de los microorganismos de estas gotas. Rara vez puede ocurrir por otros mecanismos, como la inoculación directa en heridas quirúrgicas a través de agua contaminada o la aspiración de agua contaminada (particularmente en pacientes operados de neoplasias de cabeza y cuello). Ni la transmisión directa de persona a persona ni la ingestión directa de agua contaminada se han corroborado como vías de contagio.

La transmisión de la infección depende de los siguientes factores:

- ◆ Existencia de un reservorio hídrico contaminado.
- ◆ Grado de contaminación del reservorio y la duración de la exposición.
- ◆ Existencia de un mecanismo de diseminación de la legionela (aerosolización).
- ◆ Virulencia de la cepa de legionela.
- ◆ Susceptibilidad de las personas expuestas: la enfermedad afecta más frecuentemente a personas mayores de 50 años, fumadores, pacientes con diabetes mellitus, enfermedad pulmonar crónica, nefropatías, cáncer o deficiencias inmunitarias (tratamiento con corticoides, receptores de trasplantes). Es más frecuente en hombres que en mujeres (relación 2,5:1) y es rara en menores de 20 años. Actualmente se están observando casos en niños tras intervenciones quirúrgicas, inmunodeprimidos y neonatos.

La enfermedad se manifiesta de dos formas muy diferentes: fiebre de Pontiac y enfermedad de los legionarios (neumonía). No se sabe por qué se producen estas dos formas diferentes, pero es probable que tenga relación con los inóculos de los microorganismos, diferentes formas de transmisión y con algunos factores del huésped.

La fiebre de Pontiac se caracteriza por la aparición de un cuadro clínico similar a la gripe (malestar general, fiebre, escalofríos) tras un período de incubación de 24 a 48 horas. Las radiografías de tórax no muestran alteraciones, el tratamiento es sintomático y la recuperación es completa en una semana. Su origen podría ser una reacción al antígeno inhalado más que una invasión bacteriana.

1.3. LEGIONELOSIS: MANIFESTACIONES CLÍNICAS Y EVOLUCIÓN

La enfermedad de los legionarios se caracteriza por un inicio similar al anterior tras un período de incubación de 2 a 10 días (menor en inmunodeprimidos) y una sintomatología inespecífica, que puede variar desde una tos leve y poca fiebre hasta coma con infiltrados pulmonares diseminados e insuficiencia multisistémica. Pueden aparecer síntomas respiratorios (tos, dolor torácico), digestivos (diarrea, náuseas vómitos y dolor abdominal) y neurológicos (cefaleas, letargo, encefalopatía).

La letalidad suele ser baja (<5%) en los pacientes inmunocompetentes tratados adecuadamente. Sin embargo, en los casos de personas que adquieren la enfermedad en el ámbito hospitalario, la letalidad puede aproximarse al 50%, sobre todo si el tratamiento se inicia tardíamente. En general, la mejoría tras el tratamiento ocurre a los 3-5 días.





Dispositivos que pueden causar legionelosis

■ Dispositivos que pueden causar legionelosis

2.1.1. Diseño y funcionamiento

En numerosos sistemas de climatización, refrigeración y en muchos procesos industriales se generan grandes cantidades de calor, del que nos deshacemos disipándolo al ambiente y produciendo un calentamiento del aire o del agua que nos rodea.

El empleo de un bien tan escaso como es el agua como refrigerante requiere que una vez calentada, deba de enfriarse para su reutilización nuevamente. Los dispositivos empleados para enfriar agua son conocidos como torres de refrigeración.

Existen además de las torres de refrigeración otros aparatos de características y funcionamiento muy parecido conocidos como condensadores evaporativos; la diferencia entre ambos es la finalidad para la que operan: las torres de refrigeración son equipos enfriadores de agua, mientras que los condensadores evaporativos son refrigerantes de un haz de tubos o condensador por el que circula un fluido.

El principio físico en el que se basa el funcionamiento de las torres de refrigeración y condensadores evaporativos se conoce como **enfriamiento evaporativo** y consiste en la evaporación de una parte del agua y el consiguiente enfriamiento del resto. Para que una molécula de agua pase de estado líquido a estado gaseoso, es preciso que obtenga la energía suficiente que supere el calor latente de vaporización, esto lo consigue extrayendo calor de otras moléculas de agua que permanecerán en estado líquido y que consecuentemente se enfriarán. En resumen, algunas moléculas de agua se evaporan a costa de que el resto de moléculas disminuya su temperatura.

No obstante, no debemos olvidar que una parte del enfriamiento del agua en estos aparatos se produce por otro fenómeno físico: **la convección**. En este caso, el agua transmite calor al aire por encontrarse a una temperatura superior.

En conclusión, el aire a su paso por estos aparatos se carga de humedad, por la evaporación del agua, y de temperatura, por el intercambio de calor entre el agua y el aire. Se produce por tanto una transferencia de masa de agua y calor del circuito de agua a la atmósfera.

2.1. TORRES DE REFRIGERACIÓN Y CONDENSADORES EVAPORATIVOS

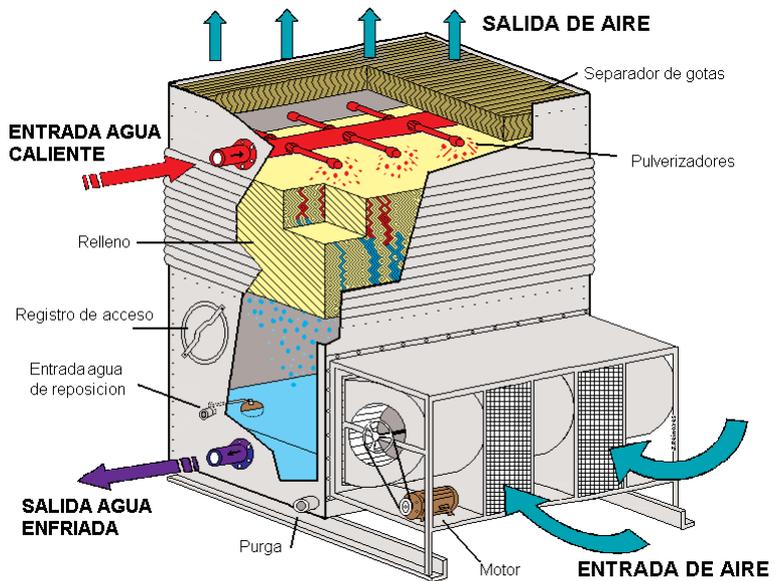
Descripción de una torre de refrigeración

El diseño más extendido de torres de refrigeración es aquél en el que el agua caliente es pulverizada desde la parte superior haciendo discurrir una corriente de aire en sentido contrario.

La entrada de agua caliente se realiza por una conducción conocida como **boca de entrada** ubicada siempre en la parte superior del aparato, esta boca de entrada se conecta generalmente a un colector principal que distribuye el agua por un sistema de conducciones de mayor o menor complejidad, según el tamaño de la torre, hasta las boquillas terminales.

Las boquillas pueden ser de dos tipos: pulverizadoras que emplean agua a presión o aspersoras con agua a baja presión. En otros casos, no existen estas boquillas terminales sino que el agua se deposita en canales de rebose sin presión alguna.

Para conseguir ralentizar la caída del agua y aumentar la superficie de la lámina de agua, se emplea un entramado en su interior, denominado **relleno**, que mejora la eficacia del aparato, de tal modo que se produce un mayor contacto con la corriente de aire y por lo tanto una mayor evaporación. Resulta un elemento fundamental en la torre de refrigeración ya que el



Principales elementos de una torre de refrigeración

rendimiento del aparato está directamente relacionado con el tamaño de superficie de intercambio así como con el caudal del aire. En un principio y en la actualidad en determinadas instalaciones muy específicas no se hace precisa la instalación de relleno conociéndose tales torres como "torres de lluvia".

Existen diferentes tipos de relleno, los rellenos de tipo laminar, más habituales, se basan fundamentalmente en la creación de una extensa lámina de agua; los rellenos por goteo o salpicadura generan la formación de gotas con el consiguiente aumento de la superficie de agua en contacto con el aire. Existen rellenos que emplean ambos sistemas.



Torres de refrigeración

En la parte inferior se sitúa, una **bandeja o balsa** cuya misión es la de recoger todo el agua que cae, una vez enfriada. Generalmente en la bandeja se instala el sistema de regulación de **entrada de agua de renovación y llenado** que incorpora agua a medida que se producen pérdidas en el circuito, manteniendo constante su nivel en la balsa. El dispositivo es habitualmente un **flotador o boya**, similar al de una cisterna, que acciona la apertura o cierre de una válvula conocida como válvula flotador. En otros casos no existe este flotador y podemos encontrar válvulas eléctricas de regulación del nivel del agua.

La conducción de salida del agua enfriada, conocida también como, **boca de salida** suele disponer de un filtro que evita la entrada de objetos o restos que pudieran dañar las bombas o la

propia instalación a la que se destina el agua. Este filtro impide también la entrada de bolsas de aire en las conducciones del circuito hidráulico, con los inconvenientes que esto representa, por lo que se le conoce también como filtro anticavitación.

En la bandeja o balsa por lo general encontramos también otros elementos como el rebosadero que, ante una eventual avería de la válvula flotador, evita se produzca un desbordamiento del agua de la bandeja. En la bandeja se encuentra también la **boca de desagüe**, conocida comúnmente como purga o drenaje, conducción que permite el vaciado del agua mediante la apertura de la válvula de cierre de la que va provista.

Para forzar la evaporación de agua en estos aparatos, se emplean generalmente **ventiladores** que crean una corriente de aire que es dirigida en sentido contrario a la del agua. La clasificación de los diferentes tipos de torres de refrigeración se basa fundamentalmente en el tipo de ventilador empleado y su disposición en el aparato, por lo que volveremos a este elemento más adelante. En algunos equipos el motor ofrece la posibilidad de trabajar a dos velocidades lo que permite ajustar el funcionamiento de la torre de refrigeración a los requerimientos específicos del sistema en determinados momentos o periodos.



Separador de gotas de una torre de refrigeración

Con el fin de evitar que se produzca el arrastre de gran cantidad de gotas de agua por la corriente de aire, que serían expulsadas al exterior produciendo un aumento del consumo de agua, se emplea un dispositivo denominado **separador de gotas**, situado sobre el relleno, muy próximo a la salida de la corriente de aire. Su funcionamiento consiste en producir en la corriente de aire cambios bruscos en su dirección de tal modo que la fuerza centrífuga de las gotas hace que estas choquen contra la superficie del separador. Cuanto mayor sea el número de cambios de dirección mayor será la recuperación de agua, como mayor será la pérdida de carga de los ventiladores y el consumo energético.

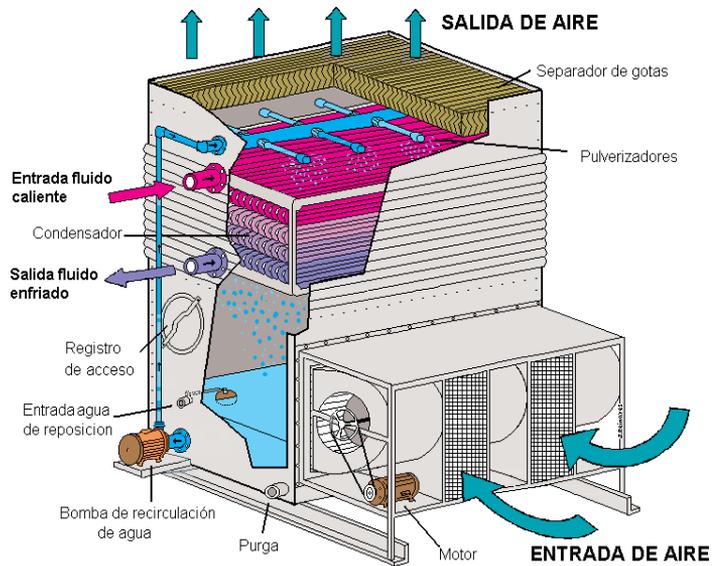
Otros elementos

- ◆ *Rejillas de protección.* En las proximidades del ventilador se instalan rejillas de protección que evitan manipulaciones accidentales y la posible entrada de objetos que pudieran dañarlo. En ocasiones en estas rejillas, o según el tipo de torre, en las toberas de entrada de aire, se colocan filtros que reducen la entrada de insectos, hojas y polvo, o incluso dispositivos que, si es necesario, evitan la entrada de luz en la bandeja. Lógicamente todos los elementos que reduzcan la entrada de materiales extraños mejoran la calidad del agua y alargan la vida útil de los equipos.
- ◆ *Toberas de entrada de aire.* En algunos modelos, están provistas de persianas para reducir las pérdidas por salpicadura de agua.
- ◆ *Puertas de registro.* Imprescindibles para facilitar el acceso al interior de los aparatos.
- ◆ *Termostato.* Instalado en algún punto del sistema hidráulico permite parar el ventilador cuando se alcanza una determinada temperatura del agua.
- ◆ *Resistencias eléctricas,* que a veces se instalan en la bandeja en las proximidades de la boca de salida, principalmente en países fríos, para evitar la congelación del agua de la balsa en las interrupciones en las que la torre permanece parada.
- ◆ *Depósitos intermedios o bandejas remotas.*

- ◆ *Silenciadores o atenuadores de ruido* que disminuyen el nivel sonoro de los equipos. Se ubican tanto en la captación de aire como en el punto de emisión o descarga.

Descripción de un condensador evaporativo

Los condensadores evaporativos son aparatos muy similares a las torres de refrigeración, la diferencia fundamental es que en este caso el agua pulverizada desde la parte superior cae sobre una batería de tubos o serpentín que contiene un fluido refrigerante en su interior, cae por lo tanto sobre un intercambiador de calor. La evaporación del agua que provoca la corriente de aire que asciende produce el enfriamiento del agua que cae a la bandeja y el enfriamiento de la batería de tubos y, en consecuencia, el enfriamiento del fluido refrigerante.



En ocasiones, en el interior de la batería o serpentín circula como fluido agua, en este caso el condensador evaporativo se denomina **torre de refrigeración de circuito cerrado**, conociéndose por torres de refrigeración de circuito abierto a los dispositivos descritos en el capítulo anterior. Esta denominación se debe a que se trataría de aparatos que refrigeran agua, al igual que una torre de refrigeración de circuito abierto, pero que disponen de una batería de tubos lisos o serpentín como un condensador

evaporativo. La peculiaridad de emplear como fluido agua en un circuito cerrado evita algunos de los problemas que plantean las torres de refrigeración de circuito abierto como son procesos de corrosión, incrustación, ensuciamiento del agua, formación de biopelículas, etc., que en ciertas instalaciones pueden llegar a ser muy críticos, aunque no olvidemos que plantea otros inconvenientes respecto a las de circuito abierto como son su mayor coste, mayor tamaño o precisar de ventiladores más grandes.

Al igual que las torres de refrigeración, los condensadores evaporativos disponen de separador de gotas para evitar que la corriente de aire arrastre gran cantidad de gotas de agua. También, como las torres, en la bandeja que recoge el agua, se ubica el dispositivo que regula el aporte de agua de renovación.

Si bien a efectos del control de legionela las diferencias entre unos u otros aparatos no son muy relevantes conviene tenerlas en consideración:

1. Los condensadores evaporativos a diferencia de las torres de refrigeración mueven volúmenes menores de agua ya que los circuitos de agua son más pequeños. Esto da lugar a un menor consumo de productos químicos dosificados en el tratamiento del agua.
2. La rígida estructura de las baterías de tubos de los condensadores evaporativos hace que sean elementos que dificulten las tareas de limpieza y desinfección.

Tipos de torres de refrigeración y condensadores evaporativos

1. Torres de refrigeración de tiro natural

Existen torres de refrigeración que no emplean ventiladores para forzar la corriente de aire sino que generan ésta de modo natural. Este tipo de torres son utilizadas para la refrigeración de grandes volúmenes de agua caliente en instalaciones como centrales nucleares o centrales térmicas. Su construcción, debido a su gran tamaño, precisa de elevadas inversiones.

Hay dos tipos de torres de refrigeración de tiro natural:

- ◆ Torres de refrigeración atmosféricas, las que emplean corrientes naturales de aire por lo que precisan ubicarse en lugares donde se garanticen vientos con unas velocidades mínimas. Se trata de torres de refrigeración de flujo cruzado ya que la corriente de aire horizontal se cruza perpen-

dicularmente a la caída vertical del agua. Actualmente están en desuso.

- ◆ Torres de refrigeración de tiro natural por convección natural, el funcionamiento de estas torres emplea el efecto chimenea, fenómeno que se produce cuando las masas de aire caliente y húmedo, generadas tras la pulverización del agua caliente, ascienden debido a su menor densidad desplazadas por masas de aire superiores más frías y pesadas. A este efecto se une también la diferencia de velocidades del viento entre la cota inferior y superior de la chimenea de la torre.

2. Torres de refrigeración de tiro mecánico

Estas torres emplean ventiladores para generar la corriente de aire.

Según la posición que ocupa el ventilador, las torres de tiro mecánico se clasifican en dos tipos, ambos ampliamente utilizados:

- ◆ *Torres de refrigeración y condensadores evaporativos de tiro forzado.*

Son aquéllas en las que el ventilador o ventiladores fuerzan la entrada de aire en el interior de la torre donde producen una situación de sobrepresión. El ventilador se sitúa en estos casos en el punto de inmisión o captación de aire, es decir "a la entrada", físicamente en la parte inferior de la torre, localización que facilita el mantenimiento mecánico de los motores que, por otro lado, trabajan con aire frío y no saturado de humedad.

En las torres de refrigeración se instalan dos tipos de ventiladores: axiales y centrifugos. Los ventiladores centrifugos se instalan generalmente mediante un sistema de poleas entre el motor y el ventilador, que suelen ser más silenciosos en su funcionamiento, pero precisan más potencia y por tanto ocasionan mayor consumo eléctrico, restando eficiencia energética al aparato.

A su vez hay dos tipos de torres o condensadores de tiro forzado:

Flujo a contracorriente: Aquellos en la que el aire y el agua discurren en la misma dirección pero en sentido contrario. Son los modelos más frecuentes. Su rendimiento es óptimo ya que el



Torres de refrigeración de tiro forzado y ventilador axial

aire frío y seco se pone en contacto con el agua más fría (aquella que está en la parte final del relleno). Su inconveniente en relación a las de flujo cruzado es que precisan motores de mayor potencia ya que la corriente de aire es obstaculizada por la caída del agua que discurre en el sentido contrario.

Flujo cruzado: En este caso el agua atraviesa el relleno de modo vertical y el aire circula en dirección horizontal cruzándose perpendicularmente ambas corrientes.

◆ *Torres de refrigeración y condensadores evaporativos de tiro inducido.*

Son aquellos en los que el ventilador o ventiladores aspiran el aire del interior de la torre donde producen una situación de depresión. El ventilador o ventiladores están situados en el punto de emisión o descarga del aire, es decir "a la salida", físicamente en la parte superior de la torre, mientras que en la parte inferior se encuentran las toberas de entrada de aire por todos los lados de la sección de la torre. En este caso los ventiladores

empleados son de tipo axial y a través del mismo circula aire caliente cargado de humedad por lo que el equipo motriz debe construirse con mayor resistencia a la corrosión.

Al igual que las torres de refrigeración de tiro forzado, las torres de refrigeración de tiro inducido son construidas de dos tipos de Flujo a contracorriente, mucho más habituales y de Flujo cruzado con las prestaciones e inconvenientes similares a los descritos anteriormente.

Materiales

La estructura externa de las torres y condensadores, conocida también como carcasa, excluyendo aquellas construidas mediante obra civil en materiales como el hormigón, se fabrica empleando materiales plásticos y metálicos.

Las construidas en metal emplean fundamentalmente chapa de acero galvanizado y acero inoxidable, materiales de gran robustez pero que podrían llegar a generar problemas de corrosión si se realiza un mal mantenimiento.

Los metales como el hierro o el acero son protegidos de la corrosión mediante su protección con otros metales como el zinc, estaño, cromo, níquel o aluminio. Este recubrimiento conocido como galvanizado puede realizarse mediante diversas técnicas siendo la inmersión en bañeras con el metal fundido la más frecuente. No debemos de olvidar que existen muchos tipos de galvanizados haciendo muy diferente su resistencia a la corrosión, particularmente es muy importante conocer el tipo y espesor del galvanizado.

Las torres fabricadas con materiales plásticos emplean poliéster, poliéster reforzado con fibra de vidrio y en ocasiones poliéster reforzado con chapas metálicas embutidas en su interior. Son torres menos robustas y más livianas, que evitan por completo los problemas de corrosión.

Algunas torres, cuya estructura está fabricada en metal o plástico, disponen en su parte inferior de balsas o bandejas de recogida de agua construidas en obra civil, al igual que numerosos depósitos intermedios o accesorios empleados en el circuito de agua de refrigeración.

Los separadores de gota se fabrican principalmente en Policloruro de vinilo (PVC) lo que los hace muy ligeros y fácil-

mente manipulables. También se fabrican en polipropileno (PP), en poliestireno, polietileno (PE) y en poliéster. Otros fabricantes emplean separadores de chapa metálica galvanizada.

Para el relleno se emplean, fundamentalmente, materiales plásticos como PVC o como sustituto del anterior PP, también rellenos mixtos con ambos materiales. Otros plásticos empleados como relleno son el poliéster y el poliestireno. Recientemente se han introducido los rellenos de PE.

Los tubos de los serpentines de los condensadores evaporativos se fabrican de acero galvanizado.

En relación al sistema hidráulico las conducciones son fabricadas generalmente en acero galvanizado, los colectores y conducciones de distribución del agua de la parte superior se instalan tanto en acero galvanizado, PVC o PP. Por último los pulverizadores se fabrican fundamentalmente en PP, en PVC y en plástico Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS).

2.1.2. Medidas Preventivas

Las medidas preventivas que se deben considerar en las torres de refrigeración son las siguientes:

- ◆ Estarán UBICADAS de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de exposición de las personas a los aerosoles. A este efecto se deberán ubicar en lugares alejados tanto de las personas como de las tomas de aire acondicionado o de ventilación.

La evaporación del agua en estos aparatos produce la emisión al ambiente de un penacho de vapor de agua y por lo tanto exento de agentes biológicos. Este hecho pudiera hacernos pensar que estos penachos carecen de riesgo alguno, sin embargo no podemos olvidarnos que en el caso de que el agua de estos sistemas sea tratada con productos químicos podrá acompañar al vapor de agua la emisión de aquellos productos químicos vaporizados.

Por otro lado se produce la emisión de aerosoles que pueden portar agentes biológicos entre los que destaca legionella.

Algún fabricante indica que en situaciones en las que el frío ambiental sea muy intenso se considere la posibilidad de trabajar con los ventiladores en sentido contrario al funcio-

namiento habitual, es decir captando el aire por la boca de salida y emitiéndolo por las toberas de entrada, para de esa forma evitar la formación del hielo en los equipos. Sin embargo esta práctica podría producir la emisión de aerosoles a través de las toberas de entrada de aire y su vertido a zonas sin protección de personas, ventanas o tomas de aire haciendo, máxime si pensamos que se trataría de un vertido altamente cargado de gotas de agua al no hacerse pasar a través de separadores de gotas.

En relación a la ubicación de los equipos la Norma UNE 100030 IN indica alguna consideración más:

- ◆ La descarga del aerosol estará a una cota de 2 m, por lo menos, por encima de la parte superior de cualquier elemento o lugar a proteger (ventanas, tomas de aire de sistemas de acondicionamiento de aire o ventilación, lugares frecuentados) o a una distancia de 10 m en horizontal.
- ◆ Los aparatos se situarán a sotavento de los lugares antes citados, en relación con los vientos dominantes en la zona de emplazamiento.

En el anexo A, de la Norma UNE, se presenta un procedimiento informativo más adecuado para la determinación de la distancia entre la descarga del aerosol y las tomas de aire, ventanas o puertas:

Distancia entre torres y condensadores evaporativos de tomas de aire y ventanas o puertas

El funcionamiento de las instalaciones de climatización produce la emisión al ambiente exterior de una gran variedad de sustancias contaminantes. Es evidente la necesidad de evitar que estos efluentes entren de nuevo en el edificio que los emite o en otros edificios cercanos.

La Norma ASHRAE 62-1989R (apartado 5.4) clasifica los diferentes efluentes gaseosos de los edificios en cinco clases. En adelante se trata solamente de los efluentes de la clase 5, entre los que se cuentan las descargas de las torres de refrigeración y condensadores evaporativos.

La situación de las bocas de descarga (en adelante "descargas") de efluentes contaminantes con respecto a tomas de aire exterior o ventanas y puertas (en adelante "tomas") viene definida por la suma de las distancias indicadas en la figura A.1.

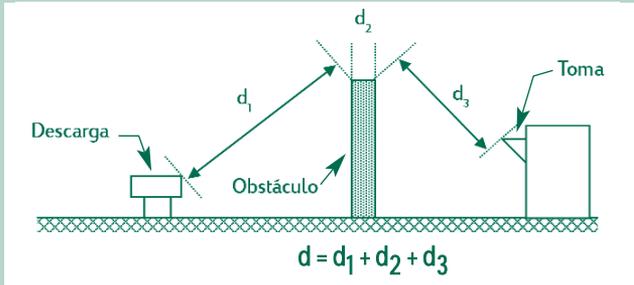


Figura A.1. Definición de distancia

La distancia total se calcula partiendo de los puntos más cercanos a la descarga y la toma.

Si la descarga de un efluente está por debajo de la toma, en el cálculo de la distancia no debe tenerse en cuenta la separación vertical.

La distancia mínima de separación se calcula con esta ecuación:

$$d = 0,04 \times \sqrt{C} \times \left[\sqrt{50} \pm \frac{V}{2} \right]$$

donde:

d = distancia mínima de separación	m
C = caudal de expulsión	L/s
V = velocidad de descarga del efluente	m/s

Cuando resulte $d < 0$ se tomará $d = 0$.

La ecuación es válida entre los límites de 75 l/s y 1 500 l/s; para valores menores o mayores de los límites indicados se toma la distancia que corresponda al caudal límite inferior y superior respectivamente.

El signo que precede el término de la velocidad de descarga del efluente se toma, según se indica en la figura A.2:

- ◆ Positivo, si la dirección de la descarga del aire es hacia la toma, en un ángulo de 75°.

- ◆ Negativo, si la dirección de la descarga del aire es en sentido contrario a la toma, en un ángulo de 105° .

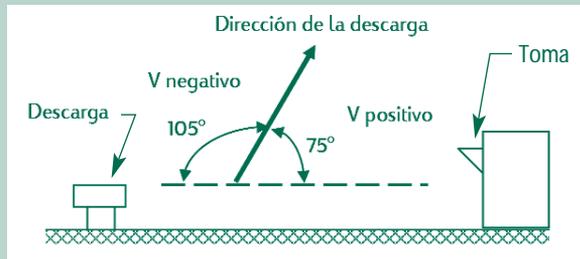


Figura A.2. Asignación de signo a la velocidad de descarga

Según el tipo de toma de aire, las distancias mínimas a aplicar son las indicadas en la tabla A.1 (donde d es la distancia calculada con la ecuación indicada anteriormente):

Tabla A.1 - Distancias mínimas a aplicar

Tipo de toma de aire	Clase 5
Toma de aire exterior	d
Ventana o puerta	d
Línea de separación de propiedad	5 m

La figura A.3 representa gráficamente la distancia d en función del caudal con velocidades entre -5 m/s y +10 m/s.

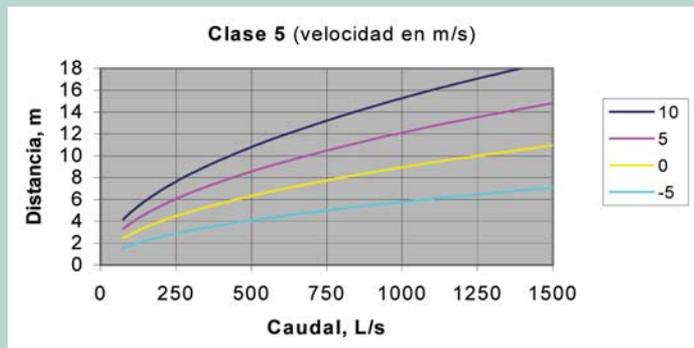


Figura A.3. Determinación de la distancia en función del caudal del efluente al variar la velocidad de descarga

(Tomado de la Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones. Norma UNE 100030:2005 IN. AENOR)

Además, la ubicación de las torres se hará en emplazamientos que tengan buenas condiciones de ventilación, de tal modo que la captación de aire se haga con aire renovado. De producirse corrientes recirculantes entre el punto de emisión y el punto de captación el aparato disminuirá en su rendimiento ya que al recibir aire saturado de humedad y calor no se conseguirá la evaporación e intercambio térmico pretendido produciéndose un consumo energético innecesario.

Por ello, si al realizarse una instalación son varias las torres, estas deben de ubicarse a la misma altura para evitar que la emisión de unas no sea captada por otras situadas en una cota superior. Además el punto de captación de la torre debe de estar lejos de zonas con elevada contaminación por polvo, humos, caída de hojas o restos vegetales, etc.

- ◆ Los MATERIALES constitutivos del circuito hidráulico resistirán la acción agresiva del agua y del cloro u otros desinfectantes, con el fin de evitar los fenómenos de corrosión. Se evitarán los materiales que favorecen el desarrollo de bacterias y hongos como el cuero, madera, fibrocemento, hormigón o los derivados de celulosa.

Además la Norma UNE 100030 recomienda la existencia de un sistema de tratamiento químico, físico-químico o físico para evitar la acción de la corrosión sobre las partes metálicas del circuito.

- ◆ El diseño del sistema deberá hacerse de manera que todos los equipos y aparatos sean fácilmente ACCESIBLES para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.

La ubicación debe permitir el acceso sin dificultad a los equipos, cuando estos se encuentren en altura es imprescindible la instalación de elementos de seguridad como escaleras de acceso permanentes, barreras de protección, pasamanos, etc., de tal modo que la llegada hasta los aparatos pueda realizarse con plenas garantías de seguridad.

Por otro lado los aparatos permitirán una fácil accesibilidad a su interior, hecho fundamental para el correcto desarrollo de las tareas de revisión periódicas, mantenimientos, reparaciones, tomas de muestras, etc.

En relación a esto la Norma UNE 100030 recoge que los paneles de cerramiento serán desmontables para facilitar las

operaciones de limpieza y desinfección del material de relleno. Por otro lado las superficies interiores han de ser lisas de fácil limpieza y desinfección.

Para que las limpiezas sean fácilmente realizables es recomendable que los aparatos carezcan de aristas vivas o ángulos siendo preferible que las uniones sean redondeadas.

- ◆ Existirán suficientes puntos de PURGA para vaciar completamente la instalación y estarán dimensionados para permitir la eliminación de los sedimentos acumulados.

Es de gran interés que las bandejas dispongan de inclinación que facilite su vaciado hacia la purga arrastrando de este modo con facilidad los sólidos que van acumulándose.

El drenaje o purga deberá estar instalado en el punto más bajo de tal modo que permita el vaciado completo de la instalación, tendrá un diámetro interior de salida proporcional al volumen de agua de la instalación, de modo que pueda realizarse un vaciado rápido de la balsa lo que facilita las operaciones de mantenimiento.

Se debe procurar que exista un punto de ruptura de aire entre las distintas conducciones de vaciado o salida (purga, rebosadero, etc.) y las conducciones del alcantarillado, con el fin de mantener completamente aisladas las bandejas o depósitos de las torres y el alcantarillado.

Por otro lado el Anexo 4 del Real Decreto 865/2003 establece que el sistema de purga debe automatizarse en función a la conductividad máxima que aparezca indicada en el programa de tratamiento del agua.

La automatización de la purga de la instalación obtiene otros beneficios como son la reducción del consumo de agua a los requerimientos del equipo, reducción del consumo de productos de tratamiento del agua, etc.

En las paradas de las torres de refrigeración por periodos prolongados será conveniente el vaciado del agua del sistema y en particular de la bandeja, dejando abierta la purga de modo que el agua de lluvia no llene nuevamente la bandeja con el consiguiente desarrollo de biofilms, corrosión o la posibilidad de congelación del agua.

- ◆ Deberán disponer de sistemas SEPARADORES DE GOTAS de alta eficiencia cuyo caudal de agua arrastrado será menor del 0,05% del caudal de agua circulante.

Este dispositivo debe cubrir toda la zona de descarga, cuanto mayor sea su eficacia menores serán las pérdidas de agua en forma de aerosol. En aquellas torres antiguas cuyos separadores son poco eficaces o que siendo modernas estuvieran dañados, deberá sustituirse el separador de gotas por otro más avanzado y asegurarse que su instalación se hace de modo correcto.

- ◆ Deberán disponer de sistemas de dosificación en continuo del BIOCIDA (Ver más adelante en el Apartado "Mantenimiento de Torres de refrigeración y condensadores evaporativos").

Junto a las medidas preventivas que se incluyen en el Real Decreto, la Norma UNE añade como medida preventiva la dotación de un sistema de filtración para eliminar la contaminación producida por sustancias sólidas procedentes del ambiente (hojas, insectos, etc.), dispositivos que fueron descritos en el capítulo anterior "Descripción de una torre de refrigeración. Otros elementos".

Además de todo lo anterior debemos de añadir, desde una perspectiva sanitaria, la conveniencia en muchas ocasiones, sino la completa necesidad, de la instalación de equipos accesorios de tratamiento del agua. La utilización de equipos de filtración, descalcificadores, etc., debe de ser específico a cada instalación en función de las características del agua de aporte, de la torre o del circuito refrigerado. En algunos casos mejorará la eficacia de los dispositivos, reduciendo el gasto energético o el empleo de productos químicos, y en otras circunstancias permitirán incluso su propia viabilidad.

Las instalaciones interiores de agua fría y caliente sanitaria definidas y reguladas dentro del artículo 2 del Real Decreto 865/2003, son aquellas ubicadas en el interior de edificios de uso colectivo o instalaciones industriales susceptibles de convertirse en focos para la propagación de la legionelosis. Según la probabilidad de proliferación y dispersión de legionella se clasifican en:

De mayor riesgo: SISTEMAS DE AGUA CALIENTE SANITARIA CON ACUMULADOR Y CIRCUITO DE RETORNO.

2.2. SISTEMAS DE INSTALACIONES INTERIORES DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y FRÍA DE CONSUMO HUMANO (ACS y AFCH)

De menor riesgo: SISTEMAS DE INSTALACIÓN INTERIOR DE AGUA FRÍA DE CONSUMO HUMANO (Tuberías, aljibes, depósitos, etc...) y SISTEMAS DE AGUA CALIENTE SANITARIA SIN CIRCUITO DE RETORNO.

Las condiciones de los sistemas de instalaciones interiores de agua fría y caliente sanitaria se regulan por lo establecido en:

- ◆ *Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.*
- ◆ *Real Decreto 865/2003, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.*
- ◆ *Real Decreto 1751/1998: Reglamento de Instalaciones Técnicas de Edificios (RITE), modificado por Real Decreto 1218/2002.*
- ◆ *Norma UNE 100 030 IN: Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionella en las instalaciones.*
- ◆ *Orden 9 diciembre 1975 Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua.*
- ◆ *Orden 2106/1994, de prescripciones técnicas de las instalaciones interiores de suministro de agua.*
- ◆ *Norma UNE 112076 sobre prevención de la corrosión en circuitos de agua.*

2.2.1. Diseño y funcionamiento

El diseño de los sistemas de agua caliente sanitaria y fría de consumo humano deben garantizar:

- a) Que no se produzcan estancamientos. Para ello se deben abrir periódicamente todos los grifos y así facilitar la renovación del agua.
- b) Un adecuado aislamiento térmico.
- c) Una correcta circulación del agua.

Esto se consigue con una red mallada, evitando ramales muertos y fondos de saco.

En el diseño de los sistemas se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

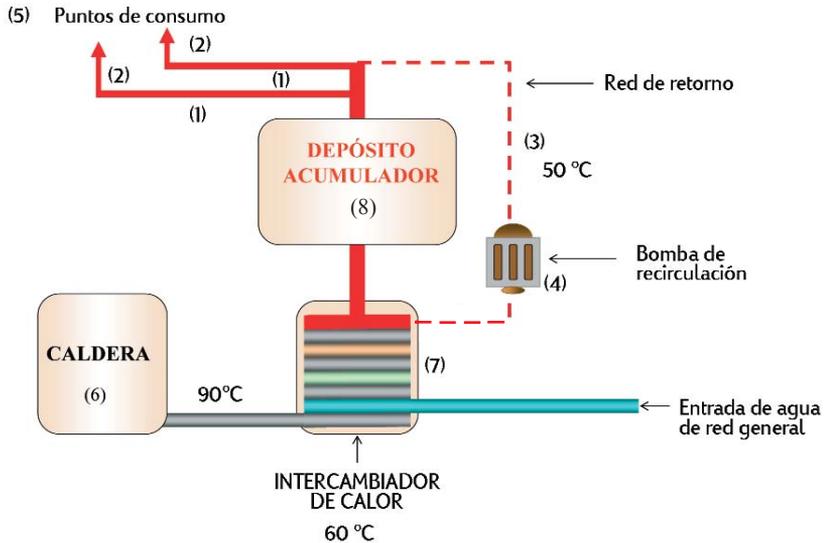
- ◆ Debe ser accesible para inspección, limpieza, desinfección y toma de muestra.
- ◆ Los materiales deben ser resistentes a la acción de los productos químicos y a las altas temperaturas (no maderas, ni cueros, ni gomas,...).
- ◆ Deberá disponer de sistemas de filtración en el agua de aporte, con filtros mecánicos de partículas comprendidos entre 80 y 150 μm .
- ◆ Deberá disponer de válvulas antirretorno, que eviten retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal así como de mecanismos que permitan el cierre por sectores para poder aislar áreas ante situaciones anómalas y poder aplicar desinfección física o química sin afectar a toda la instalación.
- ◆ Deben poder mantener una temperatura $< 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la red de agua fría y $> 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ en ACS, incluso en la tubería de retorno, soportando hasta $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para ello, las tuberías de agua fría deben estar alejadas de las de agua caliente.
- ◆ Los sistemas de purga no podrán estar conectados directamente al alcantarillado, para impedir el retorno del agua residual. Estarán suficientemente dimensionados para permitir la correcta eliminación de los sedimentos.
- ◆ Las mangueras deben ser flexibles y deben quedar vacías cuando, por ejemplo, las cabezas de las duchas no estén en uso.

LOS SISTEMAS DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS) son instalaciones que permiten el calentamiento del agua procedente de la red general de agua fría a través de un intercambiador de calor. Nos vamos a referir al sistema centralizado de producción de agua caliente sanitaria para edificios de uso colectivo, sin considerar la producción individual en viviendas mediante calentadores instantáneos de gas o calentadores-acumuladores de agua por gas o electricidad.

Esta red distribuye agua, generalmente procedente de la red de agua fría que ha sido calentada mediante un dispositivo denominado **intercambiador de calor**. Este intercambiador transmite el calor que le ha llegado desde la **caldera** a través de un **circuito primario** (cerrado). El calor lo cede al agua contenida en

un circuito secundario. El agua caliente, se acumula en los **depósitos de acumulación** desde donde se impulsa hasta las dependencias donde se consume.

Esquema sistema ACS



Es una instalación compuesta por varios elementos, entre otros:

Distribuidor (1): Tubería en horizontal que conduce el agua desde el acumulador a las columnas.

Columnas (2): Tuberías de trazado vertical que partiendo del distribuidor conducen el agua a las distintas plantas del edificio.

Red de retorno (3): Si no existiera este retorno, el agua caliente quedaría estancada en la red de distribución cuando no hubiera demanda, experimentando un enfriamiento en mayor o menor medida, según se prolongue más o menos la ausencia de consumo.

Bomba de recirculación (4): Instalada en la tubería de retorno, mueve un cierto caudal de agua y evita que los usuarios tengan que esperar la aparición de ACS ya que ésta mantiene constante la temperatura en todos los puntos de la red de distribución.

Válvulas todo-nada en bypass, para tratamiento de choque térmico de la red, que garantiza que el caudal del agua caliente sea recirculado desde el depósito de almacenamiento a través de todas las tuberías de distribución. Transcurrido el tiempo de tratamiento térmico, la válvula anterior se cerrará y, entonces actuará la válvula mezcladora termostática.

Válvula mezcladora termostática, que evitará que el agua caliente a alta temperatura se distribuya a las zonas habitadas y pueda producir un accidente. Esta VMT, en realidad, efectuará una labor de limitación de la temperatura del ACS cuando ésta exceda el rango de temperatura de la válvula, funcionando de forma completamente automática, de manera tal que una cápsula termostática permanente sumergida en el caudal del ACS se dilate o contraiga regulando el paso de la mezcla.

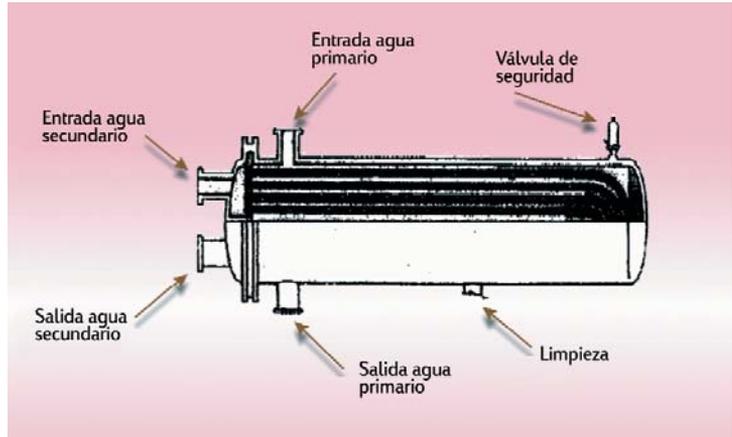
Elementos terminales (5): grifos, duchas.

Siendo los elementos fundamentales de la instalación los siguientes:

La caldera (6): Instalada generalmente en la Sala de Calderas. Es el foco calorífico que puede funcionar con combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. La caldera calienta el agua que circula por el intercambiador, transmitiendo éste su calor al agua del depósito. Debe ser capaz de generar AC a una temperatura entre los 50 y los 90 °C; esto permitirá realizar tratamientos de desinfección térmica.

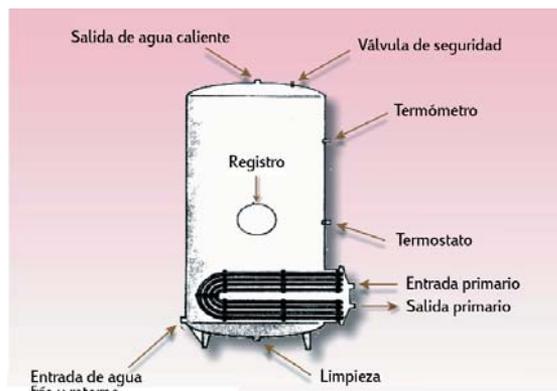
El intercambiador (7): Transfiere energía térmica de un fluido caliente (aceite o agua caliente) al agua, produciendo ACS. Puede ser de varios tipos:

- ◆ De tipo multitubular. Constituido por un haz tubular, por cuyo interior circula el fluido caliente procedente de la caldera, colocado en una carcasa cilíndrica. El agua a calentar circula por el espacio existente entre el haz tubular y la carcasa. Generalmente está situado dentro del depósito de acumulación, denominándose entonces intercambiador. Debería estar situado fuera del acumulador para poder limpiar el mismo y evitar el crecimiento de óxidos y fangos.



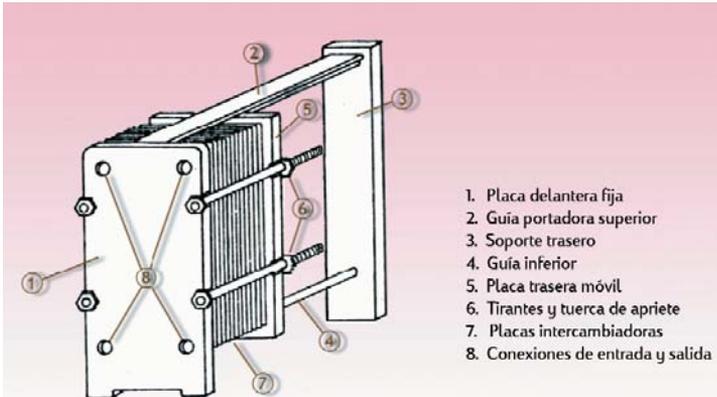
Intercambiador de tipo multitubular.

- ◆ De placas: Es un dispositivo que permite a dos fluidos que circulan a contracorriente intercambiar energía térmica; está formado por un paquete de placas metálicas corrugadas de forma especial y con orificios para el paso de los fluidos, que se acoplan en mayor o menor número según las necesidades térmicas, en un bastidor metálico que las mantiene unidas. Este intercambiador se puede abrir o cerrar para su limpieza, separación o ampliación.



Interacumulador

Fuente: Consejería de Salud. Junta de Andalucía



Intercambiador de placas.

Ventajas: elevada turbulencia, elevado valor del coeficiente de transmisión superficial, menores pérdidas caloríficas, menor espacio necesario, accesibilidad a ambas caras de cada placa para su inspección y limpieza y facilidad para sustituir elementos para su reparación o para realizar ampliación de placas.

Inconveniente: el deterioro del material de las juntas a la hora de limpiar con agentes químicos.

El depósito acumulador (8): Elemento esencial para absorber los caudales de consumo "punta" sin perjuicio para la estabilidad de la temperatura del agua en los puntos de consumo. Esta reserva acumulada debe ser capaz de compensar la demanda de un determinado momento.

Los depósitos acumuladores deben ser verticales, con la entrada de agua por la parte inferior y la salida por la parte superior. La relación altura/diámetro debe ser elevada y han de tener elementos que permitan reducir al máximo la velocidad residual del agua de entrada al acumulador.

Deben estar dotados de una **"boca de registro"** o boca de registro para la limpieza interior y de una conexión para la válvula de vaciado. Los depósitos de capacidad mayor de 750 litros, es decir los no domésticos, deben disponer de una boca de hombre fácilmente accesible, con un diámetro mínimo de 400 mm, para permitir que una persona pueda acceder a su interior y realizar operaciones de limpieza, desinfección y protección para la corrosión.

En el diseño, hay que considerar dos aspectos relacionados con el mantenimiento de la temperatura en estos sistemas. El 1º aspecto tiene que ver con la posibilidad de **estratificación** del agua: El agua caliente, en un depósito, que está siendo consumida viene reemplazada por el agua fría que normalmente entra por la parte baja del depósito y hace que la temperatura media disminuya; por tanto, se genera una zona de agua templada en la parte intermedia que conviene reducir, a fin de impedir un ambiente propicio para la proliferación de la Legionela.

El 2º aspecto es relativo a las **conducciones**: éstas deben permanecer aisladas para evitar pérdidas de calor y desplazamientos de la temperatura hacia zonas óptimas de crecimiento de la bacteria. Especial interés se debe prestar al sistema de retorno de agua caliente al acumulador, ya que en este recorrido el agua presenta temperaturas más bajas.

En cuanto a los **materiales**, las conducciones pueden ser de:

Cobre: Inconveniente: cesión del metal cuando el agua presenta valores bajos de pH.

Acero galvanizado: Inconveniente: aumenta la corrosión con el aumento de la temperatura. La corrosión del galvanizado crece con la temperatura a partir de unos 40 °C, lentamente hasta los 50 °C y aceleradamente desde aquí hasta los 70 °C. Debe evitarse el empleo del acero galvanizado en los circuitos de ACS, cualquiera que sea la temperatura de preparación.

No se deben mezclar instalaciones de acero galvanizado con cobre. En las instalaciones antiguas con el paso del tiempo hay que mezclar distintos tipos de materiales, no siempre compatibles. El cobre soluble se puede depositar sobre el acero, produciendo ataques galvánicos. Esto se puede evitar colocando juntas dieléctricas.

Acero inoxidable: Se utiliza para el acumulador y el intercambiador.

Materiales plásticos: Polietileno reticulado (PEX), Polipropileno (PP), Polibutileno (PB), etc. Muy utilizados en la fabricación de tuberías y depósitos. Presentan ventajas frente a otros materiales como su resistencia a la corrosión, su bajo coeficiente de conductividad térmica, etc., e inconvenientes como puede ser su elevado coeficiente de dilatación lineal o la posibilidad de migración de componentes al agua (por uso de materiales fabricados sin garantías).

Materiales multicapa: Empleados en la fabricación de tuberías. Combinan más de un material (aluminio, plástico, etc.) lo que les confiere propiedades de las que carecen las tuberías de un único elemento (barrera al oxígeno, resistencia a la corrosión, etc.).

Esmaltes vitrificados o resinas sintéticas para los revestimientos interiores de los depósitos.

LAS INSTALACIONES INTERIORES DE AGUA FRÍA (AFCH) comprenden los depósitos y tuberías de distribución ubicados en el interior o proximidades de edificios, y posteriores a la acometida de la red general. Las instalaciones interiores pueden recibir agua ya tratada de una red de distribución general, o bien, recoger aguas de captaciones propias. Dado que forman parte de la distribución domiciliaria, el propietario del edificio es responsable de su mantenimiento.

Se entiende por depósitos interiores de agua de consumo humano las estructuras aptas para contener un cierto volumen de agua destinada a cumplir cualquiera de las siguientes funciones:

Asegurar la **cantidad** necesaria de agua para consumo y evitar las interrupciones de suministro en la red de distribución general. Son los llamados depósitos de reserva.

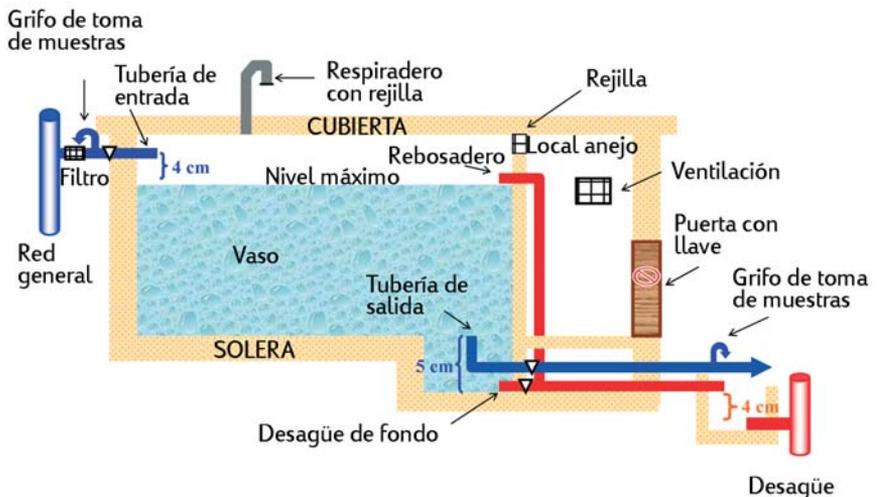
Suministrar la **presión** suficiente para poder llevar a cabo la distribución del agua cuando la presión de la red general es insuficiente. Son los denominados depósitos reguladores de sobreelevación, que a su vez pueden ser abiertos o cerrados (a presión).

Desde el punto de vista sanitario, los depósitos de reserva y abiertos, deberán cumplir con los siguientes requisitos estructurales:

- ◆ Estar situados por encima del nivel del alcantarillado.
- ◆ Tener dimensiones ajustadas al número de usuarios y al uso diario. En los depósitos de reserva, la capacidad de reserva no será menor que las dos terceras partes de la dotación diaria del aforo ni mayor que el doble de la misma. Los depósitos abiertos de sobreelevación tendrán dispositivos para que el agua sea renovada al menos dos veces diarias.

- ◆ Mantenerse perfectamente cerrados, con tapa ajustada que impida su contaminación, el mantenimiento de la presión atmosférica se hará a través de aberturas o respiraderos protegidos por rejillas.
- ◆ El tubo de alimentación verterá libremente y por encima del borde superior del rebosadero.
- ◆ El rebosadero conducirá a desagüe; el extremo inferior de dicha conducción verterá libremente 4 cm por encima del borde superior del elemento que recoja el agua.
- ◆ Disponer de un sistema de purga para su vaciado.
- ◆ La tubería de salida como mínimo 5 cm por encima del fondo del depósito.
- ◆ En los depósitos de reserva con volúmenes superiores a 500 litros, se instalarán dos vasos en paralelo, conectados entre si por su parte baja y de manera que la entrada y salida del agua se efectúe en vasos distintos. Cada uno de ellos dispondrá de rebosadero.
- ◆ Estar impermeabilizados y aislados con materiales no absorbentes ni porosos que soporten elevadas concentraciones de desinfectante y altas temperaturas, por si hubiera que recurrir a tratamientos especiales.
- ◆ Fácil accesibilidad para la limpieza, inspección, etc.

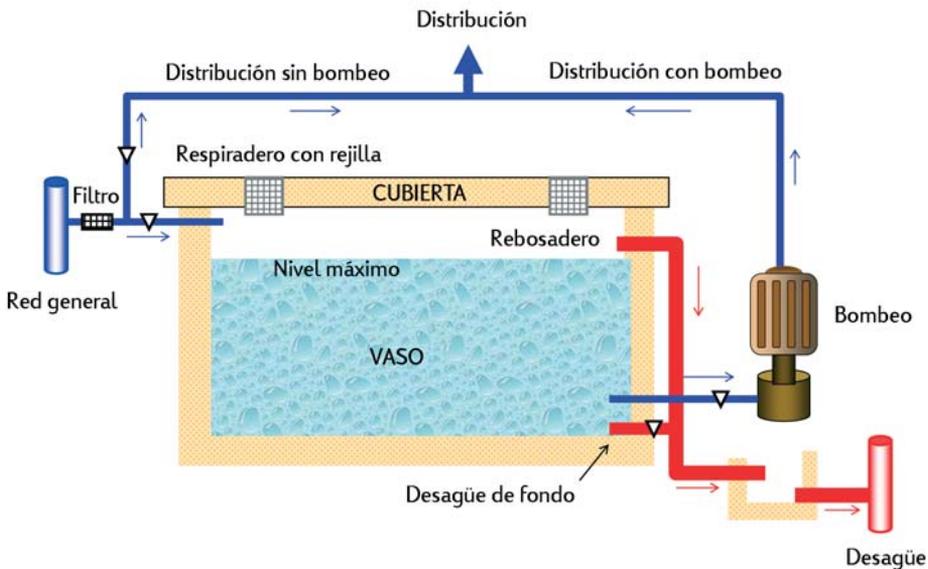
Depósito de reserva



- ◆ Mecanismos que impidan el acceso de personas y animales (puerta con llave, cerramiento con candado, etc.) y señalización como "agua de consumo humano".
- ◆ Mantener, a ser posible, temperaturas inferiores a 20 °C, evitando la exposición directa al sol.
- ◆ Sistema de filtrado del agua de entrada para partículas entre 80 - 150 μm
- ◆ Los depósitos cerrados de sobrepresión deberán disponer de mecanismo de vaciado y se vaciarán al menos semestralmente.

Las redes de distribución de instalaciones interiores comprenden las conducciones o tuberías existentes desde la acometida a los inmuebles hasta los grifos de consumo.

Depósito de sobreelevación abierto



2.2.2. Medidas preventivas

Las medidas de prevención irán encaminadas a evitar la proliferación de microorganismos dentro de la instalación interior; considerando prioritario:

- ◆ Evitar la contaminación externa del sistema mediante el cumplimiento de las condiciones estructurales y de diseño mencionadas anteriormente.

2.3. BAÑERAS Y PISCINAS DE HIDROMASAJE DE USO INDIVIDUAL Y COLECTIVO

- ◆ Evitar estancamientos del agua, con depósitos acordes a las necesidades de uso y un diseño del mismo y de la red que impida la existencia de zonas con poca circulación del agua, ramales muertos, retornos, etc.
- ◆ Evitar temperaturas por encima de 20 °C en el agua fría mediante una adecuada ubicación del depósito, aislamiento térmico de depósito y tuberías, distancia suficiente entre conducciones de agua fría y caliente, etc...
- ◆ Mantener temperaturas superiores a 50 °C en los puntos más alejados de la red de ACS y en el circuito de retorno al acumulador.
- ◆ Mantener niveles suficientes de desinfectante residual en el agua fría: Mayor de 0,2 mg/l de cloro residual libre en aguas tratadas con hipoclorito o de cloro residual combinado en aguas tratadas con cloraminas.
- ◆ Limpieza y desinfección anual del depósito, grifos y duchas.
- ◆ Control analítico periódico.

En este epígrafe se engloban diversas instalaciones que están diseñadas para dirigir hacia el cuerpo humano agua mezclada con aire o agua a presión, y que persiguen fines recreativos, terapéuticos y de relajación fisiológica y psicológica. La temperatura del agua a la que funcionan estas instalaciones suele encontrarse entre 30 y 42 °C, además presentan una constante agitación del agua a través de chorros de alta velocidad y /o la inyección de aire.

Existen diferentes términos que a menudo se utilizan para definir instalaciones semejantes: "piscinas de hidromasaje", "bañeras terapéuticas", "spa", "hot tub", "whirlpool", "jacuzzi", etc. Para facilitar la terminología hablaremos de:

Bañeras de hidroterapia o "whirlpool ": Son sistemas de baño con inyección de aire o agua, que están diseñados para el uso de una sola persona en cada sesión. Normalmente no disponen de sistema de desinfección en continuo ni de recirculación.

Bañeras o piscinas de tipo "spa": Son instalaciones de baño que están diseñadas para permanecer sentado. El agua suele



Chorros de masaje

encontrarse a una temperatura entre 30 y 42 °C y se inyecta agua y/o aire a través de chorros de alta velocidad. Estas instalaciones disponen de sistemas de desinfección en continuo y equipos de filtración. También suelen denominarse "whirlpool spas" que es el nombre comercial de un tipo especial de "spa".

Baño de torbellino (jacuzzi). Éstas son bañeras pequeñas que suelen estar situadas en cuartos de baño de las habitaciones u hoteles o residencias privadas. Los baños llevan incorporados



Jacuzzi

chorros de agua y/o aire de alta velocidad, y el agua es vaciada después de cada uso.

Clasificación

En función del régimen de funcionamiento y uso se clasifican:

Instalaciones sin recirculación de uso individual: Incluye las instalaciones de llenado y vaciado en las que el agua debe cambiarse para cada usuario. En este grupo destacan las bañeras de llenado y vaciado de uso individual. También lo integran los pediluvios, las duchas escocesas, los chorros de superficie, que no son instalaciones de llenado, por ello no necesitan mantener el agua por recirculación.

Instalaciones con recirculación de uso colectivo: Son bañeras o piscinas de uso terapéutico o recreativo, que pueden ser utilizados por varios usuarios simultáneamente. El agua se mantiene por circulación a través de filtros y se trata habitualmente por medios químicos como cloro o bromo para conseguir un control microbiológico de la misma. Incluyen los spa, baños de burbuja, piscinas hidromasaje, etc.

2.3.1. Diseño y funcionamiento

Fase de diseño

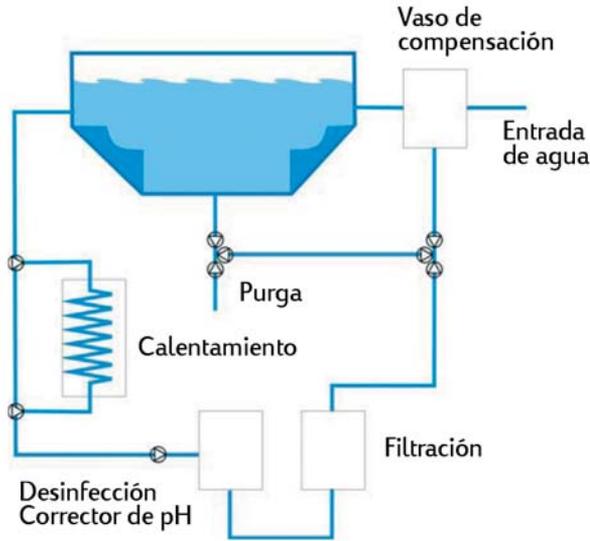
BAÑERAS E INSTALACIONES SIN RECIRCULACIÓN DE USO INDIVIDUAL.

Aquellas instalaciones en las que la temperatura del agua de servicio se consigue por mezcla de agua fría de consumo humano y agua caliente sanitaria, el dispositivo de mezcla se encontrará lo más cerca posible del vaso, al objeto de evitar largas conducciones con agua a temperatura de riesgo.

BAÑERAS Y PISCINAS CON RECIRCULACIÓN DE USO COLECTIVO.

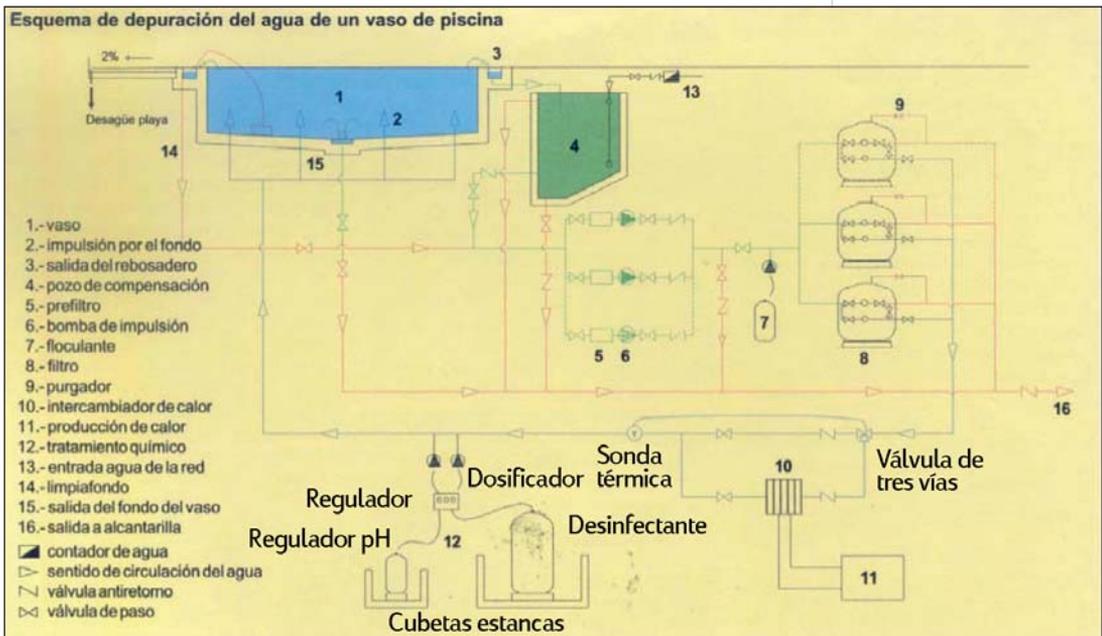
Dichas piscinas suelen ser de forma circular o poligonal, generalmente de menos de 1,5 metros de profundidad. El material de fabricación es de fibra de vidrio moldeada y los de mayor tamaño de hormigón con un acabado plástico o recubrimientos cerámicos.

El funcionamiento general se detalla en el siguiente esquema:



Consta de un sistema de depuración del agua y boquillas de hidromasaje.

EL SISTEMA DE DEPURACIÓN DEL AGUA es similar a los instalados en una piscina tradicional, según esquema adjunto:



Fuente: Generalitat de Catalunya - Departament de Cultura - S.G. de l'Esport

La cadena de depuración consta de las siguientes fases:

Recirculación: En los vasos de las piscinas la mayor parte de la suciedad se queda retenida en la superficie del agua, de manera que lo más eficaz es impulsar agua limpia por el fondo y hacerla desbordar por la parte superior del vaso. La corriente ascendente que se crea evita la sedimentación de las partículas más pequeñas. Con una buena distribución de la impulsión el agua no queda estancada y no hay turbulencias, que harían precipitar las partículas en suspensión.

El agua que desborda se recoge en un canal colocado en todo el perímetro del vaso y se conduce al vaso de compensación, donde se almacena antes de ser depurada.

También se pueden encontrar piscinas, donde el desborde del agua se produce en zonas puntuales, a través del sistema denominado skimmers. Suele utilizarse en piscinas donde el número de bañistas sea reducido.

Impulsión: Las bombas de impulsión son las encargadas de mover el agua por el circuito de depuración. Su caudal depende del volumen del vaso y del tiempo necesario para recircular todo el agua. Se instalan un mínimo de dos bombas en paralelo formando un grupo.

Filtración: La filtración consiste en un tratamiento físico del agua que va a eliminar las partículas que se encuentran en suspensión haciendo pasar el agua por unos filtros antes de devolverla al vaso.

El filtro es un depósito con el interior lleno de un material granular no soluble, de pequeñas dimensiones y regulares, que forma un laberinto poroso por el cual pasa el agua, quedando las partículas retenidas. Cuanto mayor es el diámetro de un filtro y más pequeño el poro del material filtrante, menor es la velocidad y mejor es el proceso de filtración.

A medida que pasa el agua por los filtros, se van obstruyendo los poros del material filtrante, lo que comporta un aumento de la presión interna. Periódicamente para expulsar al exterior la suciedad que provoca la obstrucción se debe introducir una gran cantidad de agua en sentido contrario al normal de filtración, para que la arrastre hacia el desagüe.

Antes de volver a filtrar, se ha de realizar el baldeo del agua turbia que queda en los conductos. Consiste en pasar durante

unos segundos agua en el sentido normal de filtración, pero enviándola a la alcantarilla.

Tipos de filtros:

a) De diatomeas: Proporciona agua de gran calidad siempre que su uso sea el adecuado. El grado de saturación del filtro se calcula por la diferencia de presión entre la conducción de entrada y salida. Cuando está muy saturado hay que reponer la carga.

b) De cartuchos: Son filtros de celulosa que trabajan a presión. Su grado de saturación se mide también con manómetros a la entrada y a la salida del filtro. Cuando están colmatados se sacan y se lavan a presión.

c) De arena: El lecho filtrante está constituido por capas de arena, generalmente de sílice, de diferente granulometría.

Otros: agrupa multiestratos, etc.

Floculación: El objetivo fundamental de la floculación es mejorar la eficacia de los filtros aumentando el tamaño de las partículas a eliminar, ya que si las partículas son muy pequeñas no quedan retenidas en el lecho filtrante y retornan al vaso produciendo un enturbiamiento del agua.

Los floculantes se inyectan en el circuito de recirculación mediante bomba dosificadora.

Los más utilizados son el sulfato de aluminio a dosis de 5 a 20 mg/l y el polihidroxicloruro de aluminio a dosis de 0,5 a 2 mg/l.

Desinfección: Para el tratamiento químico del agua se debe disponer de dosificadores automáticos de desinfectantes, correctores de PH, etc., que de acuerdo a los valores paramétricos de cada sustancia regulen su dosificación. Los desinfectantes a utilizar son los indicados en el apartado de productos químicos.

Renovación: La pérdida de agua por evaporación, por chapoteo de los bañistas y por el lavado periódico de los filtros hace necesaria la aportación de agua de la red pública. Además suele ser precisa la renovación periódica de un determinado volumen que posibilite el mantenimiento de la calidad del agua.

LOS JETS O BOQUILLAS DE HIDROMASAJE: Son boquillas que combinan aire y agua para crear sensaciones de masaje.

Este tipo de instalaciones deben cumplir las especificaciones técnicas definidas en la legislación de la Consejería de Sanidad y Consumo de la Comunidad de Madrid, sobre condiciones higiénico-sanitarias de piscinas y centros de hidroterapia de uso colectivo, además de los siguientes criterios definidos en el Real Decreto 865/2003, relacionados con la legionelosis:

Si la **temperatura** del agua de servicio se consigue por mezcla de agua fría de consumo humano y agua caliente sanitaria, el dispositivo de mezcla se encontrará lo más cerca posible del vaso, al objeto de evitar largas conducciones con agua a temperatura de riesgo. Se deben diseñar sistemas para el calentamiento del agua mediante mezcla de agua precalentada a más de 60 °C y agua fría.

Las redes de tubería deben estar dotadas de **válvulas de drenaje** de todos los puntos bajos.

Todos los equipos y aparatos deben ser fácilmente **accesibles** para la revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección.

Cuando el agua proceda de **captación propia**, o no tenga un adecuado nivel de agente desinfectante, debe instalarse un sistema de desinfección mediante métodos físicos, físico-químicos o químicos. En este último caso, y para la correcta desinfección del agua existirá un depósito intermedio en el que, mediante dosificador automático, se adicionara el desinfectante. El depósito estará dimensionado para un tiempo de permanencia del agua suficiente para una **correcta desinfección**. Los niveles de desinfectante residual serán los siguientes:

Cloro residual libre: Entre 0,8 y 2 mg/l.

Bromo residual libre entre 2 y 4 mg/l (recomendado en agua templada) manteniendo el pH entre 7,2 y 7,8.

En las piscinas destinadas exclusivamente a hidromasaje, y hasta 5 m³ la bomba de recirculación y los filtros deben de estar dimensionados para garantizar un **tiempo de recirculación** máximo de 30 minutos.

En piscinas para usos lúdicos en las cuales existan áreas destinadas a hidromasaje, el tiempo de recirculación no debería ser superior a 2 horas, considerando que su profundidad máxima no es superior a 1,5 m. Se recomienda utilizar los siguientes caudales según el tipo de filtro empleado:

Filtros multiestrato: 5,5 a 12,5 l/s por m² de filtro.

Filtros de arena: 3,5 a 6 l/s por m² de filtro.

Filtros de diatomeas: 1 l/s por m² de filtro.

Filtros de cartuchos o malla: 0,25 l/s por m² de filtro.

No obstante las velocidades de filtración deben ajustarse a las características técnicas del filtro.

Fase de instalación y montaje: Independientemente del tipo de bañera o piscina de hidromasaje antes de su puesta en funcionamiento inicial se procederá a su limpieza y desinfección con 100 mg/l de cloro durante 3 horas o 15 mg/l de cloro durante 24 horas. En caso de bañeras que dispongan de sistema de recirculación se pondrá en funcionamiento este sistema durante 10 minutos como mínimo, para hacer llegar el agua a todos los elementos del sistema.

Cualquier recambio nuevo incorporado al sistema debe ser desinfectado con una solución de 20 a 30 mg/l de cloro durante un tiempo mínimo de treinta minutos y proceder a su aclarado.

Funcionamiento: La renovación de agua debe ser continua en función del número de usuarios tal como indica el Anexo 5 apartado b.1 del Real Decreto 865/2003, o bien por su volumen, de acuerdo a las siguientes tablas:

Capacidad (m ³)	Periodicidad renovación total
< 5 m ³	Diaria
5 - 10 m ³	Dos veces por semana

Para instalaciones de mayor capacidad, como las piscinas tipo "spa" se considerará la siguiente tasa de renovación:

Capacidad (m ³)	Periodicidad renovación total
> 10m ³	5% de renovación diaria. Dos veces al año se vaciará (procediendo posteriormente a desinfectar y limpiar el vaso)

El mantenimiento de los filtros incluye la limpieza a contracorriente para eliminar regularmente la acumulación de detritus orgánicos. La frecuencia de esta limpieza se ajustará a las indicaciones del fabricante. Los cartuchos de los filtros también deben ser limpiados o cambiados al menos una vez por semana.

2.3.2. Medidas Preventivas

Las medidas de prevención en bañeras y piscinas de hidromasaje irán encaminadas a evitar la proliferación de microorganismos, a través de:

- ◆ Evitar la contaminación externa del sistema mediante el cumplimiento de las condiciones estructurales y de diseño anteriormente reseñadas.
- ◆ Desinfección del agua de aporte al sistema. Mayor de 0,2 mg/l de cloro residual libre en aguas tratadas con hipoclorito o de cloro residual combinado en aguas tratadas con cloraminas.
- ◆ Evitar zonas de acumulación y agua estancada en cada parte del sistema: depósitos, bombas de reserva, vasos, by-pass, etc.
- ◆ Los materiales constitutivos del sistema resistirán la acción agresiva del agua y biocidas.
- ◆ El sistema de filtración debe asegurar unas condiciones higiénicas del agua adecuadas. Debe disponer de filtros y programa de mantenimiento que garantice una renovación del agua de acuerdo a las características de la piscina.
- ◆ Limpieza y desinfección adecuados.
- ◆ Limitar el número máximo de usuarios que puedan permanecer simultáneamente en la bañera.
- ◆ Control analítico periódico.



Mantenimiento

■ **Mantenimiento**

3.1.1. Conocimientos generales de la química del agua

A. EL AGUA Y SUS COMPONENTES.

El agua pura está compuesta exclusivamente de hidrógeno y oxígeno, sin embargo en la naturaleza se presenta en combinación con diversos componentes. En el ciclo hidrológico, el agua de lluvia disuelve el oxígeno, nitrógeno y CO_2 de la atmósfera y arrastra los elementos sólidos dispersos en el aire, tanto bióticos (bacterias, microalgas, esporas, polen, quistes y otras formas de resistencia de diversos organismos vivos, restos vegetales, pelos, etc.) como abióticos, además, en su contacto con el suelo disuelve e incorpora distintas sales, entre las que destacan:

- ◆ Bicarbonatos cálcico $\text{Ca}(\text{CO}_3\text{H})_2$ y magnésico $\text{Mg}(\text{CO}_3\text{H})_2$.
- ◆ Sulfato cálcico (CaSO_4) y magnésico (MgSO_4)
- ◆ Cloruro cálcico (CaCl_2), magnésico (MgCl_2), sódico (NaCl).
- ◆ Silicatos.
- ◆ Nitratos.
- ◆ Sales de hierro y/o manganeso.

Todo ello hace que la calidad del agua sea muy distinta en función de diversas variables, como su origen (aguas superficiales o subterráneas), la proximidad a centros urbanos, la naturaleza del suelo, el tiempo de contacto con el mismo, temperatura, nichos ecológicos, etc.

B. CALIDAD DEL AGUA: DETERMINACIONES ANALÍTICAS

En el agua pueden hallarse casi todos los compuestos químicos naturales o artificiales disueltos, en suspensión o en forma coloidal, por ello, en la práctica, para definir sus características y/o su calidad, se establecen una serie de parámetros analíticos representativos, como son:

- ◆ DUREZA TOTAL (TH) medida en °F, mg/l CaCO_3 : Contenido global de sales alcalinotérreas, principalmente calcio y magnesio. Se corresponde con la suma de la Dureza Temporal (sales alcalinotérreas bicarbonatadas

que precipitan por ebullición) y Dureza Permanente (sales alcalinotérricas no carbonatadas y que no precipitan por ebullición - cloruros y sulfatos -).

TH total = TH temporal + TH permanente

- ◆ **ALCALINIDAD Simple (TA)** medida en °F, mg/l CaCO₃: Contenido total del agua en hidróxidos alcalinos y la mitad del contenido en carbonatos y Alcalinidad *Completa (TAC)*: Contenido total del agua en hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos.
- ◆ **TURBIDEZ (UNT, UNF)** medido en unidades nefelométricas: Causada por las partículas en suspensión. Es un indicador general de la calidad del agua: a mayor turbidez menor calidad.
- ◆ **pH** medido en unidades de ph: Concentración de iones hidrógeno, indica acidez (1 a <7), o alcalinidad (>7 a 14).
- ◆ **CONDUCTIVIDAD** medido en microSiemens/cm, a 20 °C: Capacidad de una solución acuosa para conducir una corriente eléctrica. Generalmente, indica la cantidad de sales disueltas en forma iónica. A mayor conductividad menor calidad.
- ◆ **TOTAL SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN (TSS)** expresado en mg/l: Comprenden todas las sustancias suspendidas en un agua que no decantan de forma natural, pueden ser tanto de carácter mineral como orgánico, de diversa naturaleza.
- ◆ **TOTAL SÓLIDOS DISUELTOS (TDS)** expresado en mg/l o °Be: También expresado como salinidad total o residuo seco.
- ◆ **CLORUROS (Cl⁻) (mg/l)**: Expresa el contenido en iones cloruro de un agua. Pueden ser sales de origen natural o de procedencia industrial y humana. En un circuito de refrigeración sirven para calcular el régimen de ciclos de concentración del sistema (Véase III.2.1 Mantenimiento de Torres de Refrigeración y Condensadores Evaporativos. Concentración de sales):

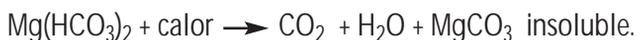
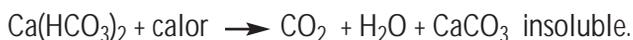
Ciclos de concentración = [Cl⁻] sistema / [Cl⁻] aporte

- ◆ **HIERRO Fe²⁺, Fe³⁺ (mg/l)**: Es un ión importante para el desarrollo de la legionela. En un circuito es el indicador del nivel de corrosión.

C. PROBLEMÁTICA DEL AGUA

INCRUSTACIÓN:

La solubilidad de los bicarbonatos cálcico y magnésico disminuye al aumentar la temperatura, ya que son inestables al calor y se descomponen dando carbonatos insolubles que precipitan.



El sulfato cálcico también tiende a precipitar al aumentar la temperatura.

Cuando se genera una precipitación, el resultado es la formación de incrustaciones o placas de características físico-químicas diversas sobre las que se asientan con facilidad diversos organismos vivos y que impiden una limpieza eficaz de los circuitos.

Las incrustaciones debidas a los carbonatos se pueden disolver atacándolas con un medio ácido. Sin embargo, la incrustación formada por sulfato cálcico es dura, compacta y no se disuelve con ácidos.

El SiO_2 o sílice, es una sal que tiende a precipitarse cuando forma parte del vapor, formando incrustaciones muy duras y compactas en zonas sometidas al vapor.

El hierro y el manganeso forman deposiciones conjuntas dando lugar a incrustaciones de color pardo negruzco que se pueden eliminar con ataque ácido.

Protección contra la incrustación

Existen, básicamente, dos sistemas de protección contra la incrustación.

1. Pretratamientos externos al sistema:

Son tratamientos que se realizan en el agua de alimentación del sistema: Descalcificación, descarbonatación, desmineralización.

2. Adición al agua del sistema de productos inhibidores de la incrustación:

Son productos que interfieren la formación de cristales de incrustación mediante efecto denominado "Threshold".

Productos antiincrustantes

Aminometileno fosfonato (AMP): fue el primer fosfonato empleado por su poder de secuestro y antiprecipitación. Se hidroliza a ortofosfato en presencia de 1 ppm de cloro.

Hidroxietilideno difosfonato (HEDP): muy resistente a la hidrólisis. Excelente inhibidor.

Esteres de fosfato: Son buenos inhibidores para el sulfato cálcico, pero tienen menor efecto sobre el carbonato cálcico y el óxido de hierro hidratado. Se hidrolizan en presencia de cloro libre menos que el AMP pero mucho más que el HEDP. No deben utilizarse en presencia de cobre.

Poliacrilatos y polimetacrilatos: Son dispersantes eficaces para los subproductos de corrosión de óxido de hierro hidratado.

Poliacrilamidas: Las de bajo peso molecular actúan por distorsión del cristal como los poliacrilatos.

Lingnosulfonatos taninos: A dosis elevadas (50 - 300 ppm) pueden actuar como dispersantes y antiprecipitantes, como los poliacrilatos. Presentan una alta demanda de cloro, y pueden formar productos insolubles si existen altas concentraciones de calcio.

CORROSIÓN:

Se considera corrosión a la destrucción de un metal por cualquier medio, bien sea *físico* (fricción, abrasión, erosión, cavitación, agrietamiento, etc.), *químico* (por acción directa del oxígeno o sustancias oxidantes) o *electroquímico* (por efectos de pila galvánica, "corrientes vagabundas", etc.).

Corrosión electroquímica

De todos los fenómenos que originan la corrosión, el más importante es el electroquímico.

Este fenómeno se basa en la capacidad que tienen ciertos metales de producir corriente eléctrica al ponerse en contacto en el seno de una solución salina. Es lo que denominamos pila eléctrica galvánica.

En esta pila el metal químicamente más activo hace de polo negativo (ánodo) y el menos activo, de polo positivo (cátodo) originando una corriente eléctrica. Podemos afirmar que la corriente eléctrica se forma a expensas de la corrosión del metal más activo.

La tabla 1 muestra la llamada serie galvánica para metales sumergidos en agua salada. Ésta serie es una escala de los metales de más a menos activos. Como se puede ver, si tenemos un trozo de hierro o acero en contacto con magnesio en agua salada, se originará una corriente eléctrica continua entre el hierro y el magnesio. Como el magnesio es más activo que el hierro, actuará como ánodo oxidándose y corroyéndose primero.

Puesto que los metales más activos (más arriba en la tabla) se oxidan antes que los menos activos (más abajo en la tabla) se suelen utilizar para proteger a los segundos. Así, se suelen recubrir las piezas de acero con zinc o magnesio con el fin de que se oxiden primero y protejan por tanto a los metales que recubren. Es lo que llamamos protección anódica.

Tabla 1: Serie galvánica para metales en agua de mar

+ ACTIVOS	Magnesio
	Aleaciones de magnesio
	Zinc
	Aleaciones de aluminio
	Acero galvanizado (acero recubierto de zinc)
	Hierro de fundición
	Acero
	Plomo
	Estaño
	Cobre
	Latón (cobre + zinc)
	Bronce (cobre + estaño)
	Plata
	Oro
- ACTIVOS	Platino

Tenemos, pues, como elementos necesarios de la pila: los dos electrodos (metales en posición próxima o lejana), y una solución salina o electrolito. En función del tipo de material de

los electrodos y de la concentración del electrolito tenemos tres tipos de pilas de corrosión:

1. Pilas de corrosión con los electrodos diferenciales.
2. Pilas de corrosión de concentración.
3. Pilas de temperatura diferencial.

1. Pilas de corrosión con electrodos diferenciales.

En éstas, los electrodos son de materiales distintos, o iguales pero que se comportan electroquímicamente como distintos (por ejemplo hierro conformado en frío en contacto con hierro recocido). Se halla este fenómeno en las uniones de tuberías de acero y acero galvanizado, acero y cobre, acero y aluminio, uniones de tuberías con válvulas de bronce, etc.

2. Pilas de corrosión de concentración.

En estas pilas los electrodos son del mismo material y varía la concentración del electrolito o del oxígeno disuelto. Tenemos dos tipos distintos de pilas:

- ◆ *Pilas de concentración salina.* Aquellas en las que los electrodos son iguales, pero están sumergidos en distintas concentraciones de un mismo electrolito.
- ◆ *Pilas de aireación diferencial.* Aquellas en las que varía la concentración de oxígeno en contacto con el ánodo y con el cátodo, siendo iguales los electrodos y la concentración del electrolito. Se hallan estas pilas en las ranuras, bajo los sedimentos e incrustaciones de planchas de acero, o en la línea superficial del agua en los depósitos con nivel variable. Se produce, de esta manera, la llamada **corrosión bajo depósito** al existir una aireación diferencial bajo depósitos de incrustaciones en las superficies. El oxígeno llega al metal limpio en las proximidades de un depósito calcáreo, cargándose negativamente respecto al área bajo depósito, haciéndose anódica y apareciendo el ataque por picadura (pitting).

3. Pilas de temperatura diferencial.

En estas pilas los electrodos, iguales, están a distintas temperaturas, estando sumergidos en un mismo electrolito. Se encuentra este tipo de pila en los termopares, intercambiadores de calor, acumuladores, etc.

En general, las pilas responsables de la corrosión son una combinación de las descritas predominando un tipo u otro en función de las características del sistema.

Factores que favorecen la corrosión

Entre los factores que favorecen que exista un mayor grado de corrosión, tendremos, según lo expuesto:

Presencia de oxígeno, relacionado con la corrosión bajo depósito y picadura.

pH. La acidez es la responsable de la corrosión uniforme originando la corrosión ácida. Con el fin de minimizar la corrosión ácida, el pH debería oscilar entre 6,5-8,8. Valores menores a 5,5 destruyen la película protectora, y valores superiores a 8,5-9 favorecen el "fooling" y la corrosión bajo depósito.

Los sólidos disueltos (cloruros y sulfatos) y en suspensión favorecen la corrosión por aireación diferencial al producir precipitados en las planchas metálicas. Está directamente relacionado con el ataque por picadura.

La presencia de CO₂, como agente agresivo.

La presencia de cloro, como agente oxidante.

Crecimiento microbiano. Algunas bacterias anaerobias reductoras de sulfatos (sulfatoreductoras) a un pH entre 5,5 y 8,5 producen corrosión con formación de "tubérculos". Otras forman limos precipitantes, otras son acidificantes y otras oxidan el hierro (ferrobacterias).

Las algas tipo "Oscillatoria" favorecen la corrosión del sistema.

La temperatura alta es responsable directa de las pilas de temperatura diferencial.

Velocidad de circulación del agua. Es recomendable mantener una velocidad mínima de 0,2-2 m/seg.

Materiales del sistema.

Protección contra la corrosión

Como hemos indicado, en estas pilas se produce una mayor corrosión del metal químicamente más activo (ánodo) prote-

giendo así al menos activo. Este tipo de protección se llama protección anódica y el metal que hace de ánodo se llama metal de sacrificio. Por ejemplo, si se recubre el hierro con una capa de cinc, aunque este último se ralle y se deteriore, esta capa sirve de protección, ya que el cinc es un metal más activo que el hierro y se oxida más rápidamente, actúa de metal de sacrificio y protege al hierro de la corrosión.

Por tanto, para eliminar los problemas de la corrosión será necesario:

- ◆ Crear una película protectora en los ánodos.
- ◆ Prevenir las diferencias de potencial.

Generalmente, la protección del ánodo se realiza mediante la formación de una película de óxido férrico (Fe_2O_3) denso u otros óxidos metálicos gracias a una pasivación que ejercen los inhibidores anódicos.

En ausencia de un inhibidor, el proceso corrosivo continúa, formando óxido férrico hidratado ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), sólido voluminoso y poroso que forma fooling, originando pilas de corrosión bajo depósito normalmente de tipo picadura.

Los inhibidores actúan reaccionando con el hidróxido férrico $\text{Fe}(\text{OH})_2$ antes de que se forme $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

1. Inhibidores Anódicos:

Cromatos: Ampliamente utilizados. El ión cromato (CrO_4^{2-}) reacciona con el hidróxido férrico formando una película de óxido ferroso y compuestos de cromo (III).

Nitritos: No son eficaces cuando el agua de aporte contiene cloruros y/o sulfatos en cantidad próxima a 500 ppm.

Molibdatos: Mecanismo de actuación similar a los cromatos, formando una película protectora en las superficies anódicas.

Ferrocianuros: Se utilizan de forma conjunta con compuestos de Zn o polifosfatos, para inhibición en medios ácidos, pero su excesiva necesidad de control y el estrecho

margen de pH que toleran hace que no sean muy utilizados.

Lignosulfonatos-Taninos: Necesitan una concentración mínima de 60 ppm de Calcio (ppm CaCO₃) que actúa como inhibidor catódico. Para potenciar su acción se usan junto con Zn.

A bajas dosis actúan como dispersantes y suelen incorporarse a las formulaciones que actúan a un pH alcalino.

Silicatos: Forman una película protectora a base de un gel hidratado de sílice y óxido metálico.

De escasa toxicidad, se suele utilizar en agua potable.

El control del residual y el pH es vital para evitar depósitos de sílice.

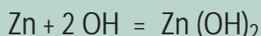
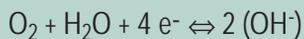
Benzoatos: No protegen a materiales no ferrosos.

Derivados del fósforo orgánico: Junto con el Zn conforman la base de los tratamientos alcalinos. Se aplican en tratamientos mixtos de corrosión e incrustación.

2. Inhibidores Catódicos:

Son compuestos que precipitan en las áreas catódicas, como hidróxidos insolubles, carbonatos, óxidos o fosfatos, combinados entre sí o con inhibidores anódicos.

Zn: Es uno de los principales. Precipita de forma selectiva en las áreas catódicas debido al incremento local de pH que se obtiene por la formación de OH⁻, según la reacción:



Se emplea conjuntamente con polifosfatos, cromatos, molibdatos, derivados de fósforo orgánico y acrilatos.

Polifosfatos: Son los más utilizados juntos con los cromatos. Destacan el metafosfato, pirofosfato, tripolifosfato, etc.

El mecanismo de reacción es muy complejo.

Se emplean combinados con zinc, cromatos y también derivados de fósforo orgánico, molibdatos y polímeros para inhibir la incrustación.

Ortofosfatos: Se emplean sólo en casos muy particulares. Forman compuestos insolubles con el calcio y/o con hierro en zonas catódicas, pero sólo a pH 6 - 6,5.

3. Protección Catódica:

Básicamente se trata de proteger los metales de la incrustación mediante la emisión de una corriente continua que neutralice la existente.

Determinación del carácter agresivo o incrustante del agua

La cantidad de CO₂ total disuelto en el agua determina su carácter agresivo o incrustante. El CO₂ disuelto se utiliza en la formación de bicarbonato, si existe CO₂ en exceso el agua se comporta como agresiva redisolviendo el carbonato cálcico y provocando la corrosión del hierro. No obstante, no hay que confundir el agua agresiva con la corrosiva. Esta última provoca la disolución de metales como el zinc, aluminio, cobre, etc. Si la cantidad de CO₂ disuelto es baja, se produce la formación de incrustaciones de carbonato cálcico.

Hay que aclarar que toda agua dura no es necesariamente incrustante, ya que si contiene suficiente CO₂, su comportamiento será agresivo.

El carácter agresivo o incrustante de un agua se determina por el índice de Langelier (Is o LSI) y está basado en el pH de saturación (pHs) ó pH al que se alcanza el equilibrio carbónico.

Se define el índice de Langelier (Is) como:

$$Is = pH - pHs$$

Si el Is es superior a 0 el agua tiene carácter incrustante (en la práctica > 0,5).

El valor del Índice de Langelier se obtiene en laboratorio, si bien, puede calcularse de forma muy aproximada, si conocemos los valores de temperatura, pH, dureza cálcica, alcalinidad total (TA) (mg/l CaCO₃), y sólidos totales (mg/l), y aplicando la siguiente fórmula para obtener el pHs:

$$pH_s = 9,3 + A + B - C - D$$

$$A = \frac{\log(\text{sólidos totales}) - 1}{10}$$

$$B = -13,12 \times [\log(\text{temperatura } ^\circ\text{C}) + 273] + 34,55$$

$$C = \log(\text{dureza CaCO}_3)$$

$$D = \log(\text{alcalinidad CaCO}_3)$$

Una vez obtenido el pH_s , aplicar la fórmula de I_s

$$I_s = pH - pH_s$$

Otros índices utilizados son el ÍNDICE DE ESTABILIDAD DE RYZNAR (I_r), basado igualmente en el pH de saturación (pH_s), según la fórmula:

$$I_r = 2 pH_s - pH$$

Los resultados, de carácter empírico, se interpretan según la siguiente tabla:

$4 < I_r \leq 5$	Agua muy incrustante
$5 < I_r \leq 6$	Agua débilmente incrustante
$6 < I_r \leq 7$	Agua en equilibrio
$7 < I_r \leq 7,5$	Agua agresiva
$7,5 < I_r \leq 8$	Agua fuertemente agresiva
$9 < I_r$	Agua muy fuertemente agresiva

3.1.2. Productos Químicos. Tratamiento del Agua

Productos químicos

La adición de productos químicos al agua se realiza con el objetivo de mejorar la calidad de la misma en estas instalaciones. La contaminación del agua puede ser biológica, física y química. El grado de contaminación varía de unas instalaciones a otras y está influido por factores ambientales como en torres de refrigeración, piscinas abiertas..., constructivos (diseño de las instalaciones, materiales, recirculación del agua en un circuito cerrado..., de funcionamiento, etc. Los productos químicos se utilizan, por tanto, con diferentes finalidades.

Para un buen mantenimiento de la calidad físico-química del agua se podrán utilizar, además de los procedimientos físicos, distintos productos químicos.

Existen métodos de desinfección físicos, físico-químicos y químicos. Los dos primeros, a diferencia de los métodos químicos, no precisan autorización específica por parte del Ministerio de Sanidad y Consumo, pero deben ser de probada eficacia frente a *Legionella* y no deberán suponer riesgos para la instalación ni para la salud y seguridad de los operarios ni otras personas que puedan estar expuestas, debiéndose verificar su correcto funcionamiento periódicamente. Su uso se ajustará, en todo momento, a las especificaciones técnicas y régimen de dosificación establecidos por el fabricante.

Los **sistemas físicos** son muy diversos, en general cualquier sistema que consiga retener o destruir la carga bacteriológica del agua sin introducir productos químicos ni aplicar procedimientos electroquímicos. Ejemplo de ello son:

- ◆ Equipos de filtración para la retención de bacterias.
- ◆ Radiación ultravioleta.
- ◆ Empleo de calor.

Los **sistemas físico-químicos** destruyen la carga bacteriológica del agua mediante la aplicación de procedimientos electroquímicos. Ejemplos:

- ◆ Electrolisis.
- ◆ Ionización cobre-plata.
- ◆ Ozono.

Los grupos de productos químicos más utilizados son los biocidas, los antiincrustantes, los antioxidantes, los dispersantes, los floculantes, etc.

Biocidas

Los biocidas son sustancias activas o preparados que contienen una o más sustancias activas, presentados en la forma en que son suministrados al usuario, destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer el control de otro tipo sobre cualquier organismo nocivo por medios químicos o biológicos.

Los dos grupos principales de biocidas químicos son:

Biocidas oxidantes incluye bromo, bromo-clorhidrato, cloro, dióxido de cloro, yodo, isocianuratos, ozono, u otros compuestos con la capacidad de aceptar electrones de otros compuestos que sirven como agentes reductores. Los biocidas oxidantes pueden acelerar la corrosión de metales si son dosificados en con-

centraciones excesivas. Los biocidas halogenados (cloro, bromo y yodo) reaccionan con las proteínas existentes en las membranas de la célula para causar su disfuncionalidad y de esta manera eliminar el microorganismo. Se cree que el ozono y el dióxido de cloro oxidan otros componentes distintos de la célula microbiana.

Los biocidas no oxidantes incluyen muchos compuestos orgánicos, tales como bromonitropropanodiol, bromonitroestireno, carbamatos, deciltioetanamida, dibromonitrilopropanamida, dodecilguanidina hidrócloro, glutaraldehído, isotiazolonas, bistiocianato de metileno, sales cuaternarias de fósforo y trihidroximetilnitrometano. Estos biocidas tienen mecanismos de acción diversos, siendo algunos de ellos la reacción con enzimas intracelulares, la solubilización de las membranas de la célula o la precipitación de las proteínas esenciales en las paredes microbianas de la célula.

Otros productos químicos

En el control de la corrosión, incrustación y sedimentación se emplean diversos productos químicos. Los antiincrustantes, antioxidantes, dispersantes y cualquier otro tipo de sustancias y preparados químicos utilizados en los procesos de limpieza y tratamiento de las instalaciones cumplirán con los requisitos de clasificación, envasado y etiquetado y provisión de fichas de datos de seguridad a que les obliga la normativa vigente de sustancias y preparados peligrosos recogida en el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, que aprueba el Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas y en el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, que aprueba el Reglamento sobre Clasificación, Envasado y Etiquetado de Preparados Peligrosos.

La etiqueta incluye la primera información que recibe el usuario acerca de la clasificación y peligrosidad de los productos químicos. Además indica los principales riesgos que puede provocar su uso (frases R) y los consejos de prudencia (frases S) necesarios para manejarlos de forma adecuada.

Las fichas de datos de seguridad (FDS) constituyen un sistema de información dirigido a usuarios profesionales que complementa y amplía el contenido de la etiqueta de una sustancia o un preparado peligroso y que debe acompañarlo durante todo su ciclo de vida.

El responsable de la comercialización de una sustancia /preparado peligroso, ya sea el fabricante, importador o distribuidor, deberá presentar en el Ministerio de Sanidad y Consumo, como paso previo a comenzar su comercialización, una ficha de datos de seguridad de la sustancia/preparado peligroso. Asimismo, deberá entregarse dicha ficha al destinatario que sea usuario profesional. De igual manera se procederá cuando se produzcan revisiones de la misma.

En la misma se indicará la fecha de su elaboración e incluirá los siguientes epígrafes:

- I Identificación de la sustancia/preparado y del responsable de su comercialización.
- II Composición / Información sobre los componentes.
- III Identificación de los peligros.
- IV Primeros auxilios.
- V Medidas de lucha contra incendios.
- VI Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental.
- VII Manipulación y almacenamiento.
- VIII Controles de exposición/protección individual.
- IX Propiedades físicas y químicas.
- X Estabilidad y Reactividad.
- XI Informaciones toxicológicas.
- XII Informaciones ecológicas.
- XIII Consideraciones relativas a la eliminación.
- XIV Informaciones relativas al transporte.
- XV Informaciones reglamentarias.
- XVI Otras informaciones.

3.1.3. Registro de Productos

El uso de biocidas está regulado por el Real Decreto 1054/2002, de 11 de octubre, que regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas. Esta norma contempla un periodo transitorio para su aplicación hasta que se publiquen, a nivel europeo, las listas de sustancias activas que se pueden utilizar en este tipo de preparados que aún no han sido publicadas. En la actualidad, el registro en vigor es el Registro Oficial de Plaguicidas. Aunque la mayoría de los productos utilizados en las distintas instalaciones con riesgo de causar

legionella entran dentro de la definición de biocidas, las exigencias legales de cada uno de ellos para su comercialización, durante el periodo de adaptación a esta normativa, son las que se especifican a continuación en base a la normativa nacional específica vigente:

Los biocidas utilizados para la desinfección de torres de refrigeración y condensadores evaporativos deben estar registrados en el Registro Oficial de Plaguicidas/Biocidas (ROP) de la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo.

El listado de los biocidas autorizados para su uso en el tratamiento de legionella se puede consultar en la página web del Ministerio de Sanidad y Consumo: salud, medio ambiente y trabajo/Productos Químicos/Sustancias y preparados químicos/Registro. El número de registro tiene la estructura siguiente:

XX-100-YYYY

El significado de cada secuencia es:

XX: Dos últimas cifras del año en el que se inscribe el producto. Esta primera secuencia variará a lo largo de la vida del producto en función del año en que se realicen las oportunas renovaciones o modificaciones de inscripción. El número de registro se debe renovar cada 5 años por lo que estos dígitos informan acerca de la vigencia del mismo.

El segundo bloque identifica el carácter de la plaga a tratar y es fijo para cada producto. En concreto el nº 100 corresponde a "Desinfectante para el tratamiento contra Legionella pneumophila".

YYYY: Nº de registro del producto que no variará jamás a lo largo de la vida comercial del mismo.

Los desinfectantes que se utilicen en la desinfección de los equipos de terapia respiratoria reutilizables, deben cumplir lo dispuesto en el Real Decreto 414/1996, de 1 de marzo, por el que se regulan los productos sanitarios, y deben ser aplicados siguiendo los procedimientos que figuran en sus instrucciones de uso.

En las instalaciones de agua sanitaria fría y caliente y en el caso de que durante la limpieza y desinfección se tengan que

utilizar productos químicos, éstos se ajustarán a lo establecido en la Orden SCO/3719/2005 sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano.

Los productos químicos utilizados en el tratamiento de las aguas de piscinas, spas o jacuzzis deben estar homologados en el Ministerio de Sanidad y Consumo, en la Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral. La evaluación de la peligrosidad y la clasificación y etiquetado de estos productos se realiza conforme a los Reglamentos de sustancias y preparados peligrosos y en base a ello, el Ministerio de Sanidad y Consumo realiza los informes de homologación.

El listado de los productos homologados se puede consultar en la página web del Ministerio de Sanidad y Consumo: salud, medio ambiente y trabajo/Productos Químicos/Sustancias y preparados químicos/ productos para el tratamiento de aguas de piscinas.

El número de homologación de los productos para el tratamiento de aguas de piscina debe figurar en la etiqueta del producto y tiene la siguiente la estructura:

XX-YY-ZZZZ.

El significado de cada secuencia es:

XX: Dos últimas cifras del año en el que se homologa o se renueva la homologación del producto.

YY: Identifica la aplicación del producto y es fijo para cada uno. Puede ser:

60: Desinfectantes y Algicidas.

70: Modificador del pH, Floculantes y otros casos.

ZZZZ: N° de homologación del producto que se mantiene sin variaciones a lo largo de su vida comercial.

3.1.4. Registro de Empresas

Las empresas a terceros que se dedican al mantenimiento higiénico-sanitario en instalaciones de riesgo frente a legionella en la Comunidad de Madrid y teniendo en consideración el

producto que utilizan para un correcto mantenimiento de la calidad higiénico-química del agua, deben estar o no inscritas en el Registro Oficial de Establecimientos y Servicios Plaguicidas, rama de Desinfectantes de Instalaciones de Riesgo de Legionelosis.

Las empresas que utilicen desinfectantes autorizados por el Ministerio de Sanidad y Consumo, esto es, inscritos en el Registro Oficial de Plaguicidas, como desinfectantes para legionella (para mayor información se puede consultar [http://www.msc.es/salud, medio ambiente y trabajo/Productos Químicos/Sustancias y preparados químicos/Registro](http://www.msc.es/salud_medio_ambiente_y_trabajo/Productos_Quimicos/Sustancias_y_preparados_quimicos/Registro)) deben estar inscritos en el Registro Oficial de Establecimientos y Servicios Plaguicidas de la Comunidad.

Aquellas empresas que utilicen sistemas físicos o físico-químicos o desinfectantes autorizados para el tratamiento de aguas de consumo o para piscinas no precisan estar inscritas en el Registro Oficial de Establecimientos y Servicios Plaguicidas.

3.1.5. Control Analítico y Toma de Muestras

1. Toma de muestras

Antes de proceder a la toma de muestras de un edificio o instalación tienen que definirse el punto o puntos de muestreo. Para esa selección se revisarán los planos de la red interior y se determinarán los puntos más representativos y accesibles, tanto de la red de agua fría como de la caliente. Se localizarán los aljibes, puntos distales y ciegos, materiales de las conducciones, estado de tuberías y accesorios, etc.

En aquellas situaciones, donde se hayan descritos casos y se disponga de la información epidemiológica, deben considerarse las instalaciones cuyos aerosoles son susceptibles de haber sido inhalados por los enfermos, la localización en relación con los domicilios o lugares de trabajo, ocio, etc y los trabajos u obras recientes cerca del domicilio o lugares de tránsito de enfermos.

Otro punto a considerar es la coordinación con el laboratorio que recibirá la muestra, que debe tener clara cuál es la finalidad del análisis y éste se debe realizar lo antes posible para

reproducir la situación microbiológica en que se encuentra el agua.

La recogida de muestras ambientales para aislamiento de legionella se hará siguiendo el siguiente procedimiento:

a) En depósitos de agua caliente y fría (acumuladores, calentadores, calderas, tanques, cisternas, aljibes, pozos, etc.) se tomará aproximadamente un litro de agua de cada uno, preferiblemente de la parte baja del depósito, recogiendo, si existieran, materiales sedimentados. Medir temperatura del agua y cantidad de cloro libre y anotar.

b) En la red de agua fría y caliente, se tomarán muestras de agua de los puntos terminales de la red, preferiblemente de habitaciones relacionadas con enfermos, así como de algún servicio común, intentando elegir habitaciones no utilizadas en los días previos a la toma. En la red de agua caliente se deberán tomar muestras del agua de retorno. Se tomará aproximadamente un litro de agua, recogiendo primero una pequeña cantidad (unos 100 ml), para después rascar el grifo o ducha con una torunda que se incorporará en el mismo envase y recoger el resto de agua (hasta aproximadamente un litro) arrastrando los restos del rascado. Medir temperatura del agua y cantidad de cloro libre.

c) En torres de refrigeración, condensadores evaporativos u otros aparatos de refrigeración que utilicen agua en su funcionamiento y generen aerosoles, se tomará aproximadamente un litro de agua de la parte baja de la torre y de la bandeja, procurando recoger restos de suciedad, incluso rascando posibles incrustaciones de la pared. Medir temperatura del agua y cantidad de cloro libre.

Dependiendo del estudio epidemiológico, se tomarán muestras de otras instalaciones como piscinas, pozos, sistemas de riego, fuentes, instalaciones termales, así como de otros equipos que aerosolicen agua, como nebulizadores, humidificadores o equipos de terapia personal. En estos casos el número de puntos a tomar muestra de agua dependerá del tipo de instalación y su accesibilidad, y el volumen de agua a tomar dependerá de la cantidad de agua utilizada en su funcionamiento. En cualquier caso medir temperatura y cloro.

Las muestras deberán recogerse en envases estériles, adecuados para evitar que se rompan o se vierta su contenido en el transporte, con cierre hermético, a los que se les añadirá un neutralizante. Deberán llegar al laboratorio lo antes posible, manteniéndose a temperatura ambiente menor de 18 °C pero no por debajo de 6 °C.

2. Control analítico

El cultivo es el método más universal y el obligatorio por reglamentación para la detección de *Legionella* en muestras ambientales y debe ser realizado según la norma ISO 11731 Parte 1 y 2, 1998. Calidad de agua y enumeración de *Legionella*. Los laboratorios que realizan dicho control deben estar acreditados o tener implantado un sistema de control de calidad para este tipo de ensayo y el recuento debe expresarse en unidades formadores de colonias por litro de agua analizada de ***Legionella* sp.** Dicho resultado se puede complementar con la identificación de *Legionella pneumophila*.

También se utiliza otro método analítico, la **detección de ácidos nucleicos de legionella por reacción de la polimerasa (PCR)**. Esta técnica permite amplificar fragmentos de ácidos nucleicos que codifican regiones específicas del género o especies buscadas. Se utiliza para la detección de *Legionella* tanto en estudios ambientales como epidemiológicos.

3.1.6. Instalación y Mantenimiento Técnico

El mantenimiento técnico de una instalación debe tener en cuenta en primer lugar las instrucciones técnicas de los aparatos elaboradas por los fabricantes y recogidas en los manuales de instrucciones que acompañan a los mismos. Estos indican las operaciones específicas de mantenimiento ajustadas a las características de cada aparato, que permiten conocer las condiciones de funcionamiento óptimo y alargar la vida útil de los equipos.

Las instalaciones de los edificios destinadas a atender las demandas de bienestar térmico como calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, que no sean industriales, están sujetas al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)

y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE), aprobado por el Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio. Las instalaciones de uso industrial se rigen por el Real Decreto 3099/1977, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Conviene destacar los siguientes aspectos recogidos en el RITE:

1. El montaje de estas instalaciones la realizarán empresas registradas como Empresa instaladora. Estos equipos deberán ser reparados por empresas registradas como Empresa instaladora o Empresa de mantenimiento y deberán ser mantenidas por empresas registradas como Empresa de mantenimiento. Los registros específicos de "Empresa instaladora" o "Empresa de mantenimiento" los otorga la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid.

Estas Empresas deben contar con operarios que dispongan del preceptivo Carné profesional de instalador o mantenedor, según el objeto social de la actividad, en la especialidad de Climatización o bien en la especialidad de Calefacción y Agua Caliente Sanitaria. Este personal cualificado está capacitado para desarrollar su actividad profesional garantizando su propia seguridad y evitando la posibilidad de dañar los equipos o sistemas asociados a los mismos. No podemos olvidar que toda máquina constituye por sí misma un peligro potencial de accidentes por lo que es necesario adoptar medidas de protección que los eviten.

2. Los Titulares o Usuarios de las instalaciones serán responsables del cumplimiento del reglamento y de las instrucciones técnicas complementarias en lo que se refiere a funcionamiento y mantenimiento de las mismas.

3. Las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) hacen amplio uso del procedimiento de referencia a normas UNE, estas normas desarrollan aspectos como la terminología, las especificaciones técnicas de materiales, equipos y aparatos, y sus pruebas o ensayos.

En la ITE O1 "Generalidades", se incluye una relación de las normas UNE de referencia, entre las que conviene destacar a

nuestros efectos la Norma UNE 100030 IN Prevención de la legionela en instalaciones de edificios. En la ITE O2 "Diseño", es de interés para la prevención de legionella tener en cuenta el Informe Técnico UNE 112076:2004 IN para prevenir los fenómenos de corrosión de las instalaciones.

4. Registro de las Operaciones de Mantenimiento. La ITE O8 "Mantenimiento", establece que aquellas instalaciones con potencia térmica menor a 100 kW se mantengan siguiendo las prescripciones de los fabricantes. También indica que aquellas con potencia térmica superior a 100 kW sus mantenedores realizarán periódicamente operaciones que se anotarán en un Registro de mantenimiento técnico. El registro podrá ser un libro u hojas de trabajo que podrá cumplimentarse de modo manual, mecánico o informático, pero que, en cualquier caso, estarán enumeradas correlativamente las operaciones de mantenimiento. El registro se hará por duplicado y el titular de la instalación deberá de disponer de una copia.

Por otra parte las instalaciones interiores de suministro de agua deben de ajustarse a las prescripciones técnicas que se regulan en las siguientes normas:

- ◆ Orden del Ministerio de Industria de 9 de diciembre de 1975. Normas básicas para instalaciones interiores de suministro de agua (BOE 13/1/1976).
- ◆ Orden 2106/1994, de 11 de noviembre, de la Consejería de Economía. Normas sobre documentación, tramitación y prescripciones técnicas de las instalaciones interiores de suministro de agua. (BOCM nº 50, de 28/2/1995). Modificada por la Orden 1307/2002, de 3 de abril (BOCM nº 85, de 11/4/2002).

Otras normativas:

- ◆ Reglamento de aparatos a presión. Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril. Instrucciones Técnicas Complementarias y Directiva 97/23/CE sobre equipos de presión.
- ◆ Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre.
- ◆ Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.

- ◆ Directiva 2002/91/CE, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

3.1.7. Formación del Personal de Mantenimiento Higiénico-Sanitario

Formación

Todo el personal que efectúe operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario, deberá acreditar haber realizado el curso de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario de las instalaciones de riesgo de legionelosis, mediante el certificado de aprovechamiento que se expide a su finalización. Estos cursos son impartidos por centros de formación que necesitan haber sido autorizados por la administración sanitaria (Orden SCO/317/2003). En la Comunidad de Madrid la autorización es realizada por la Dirección General de Salud Pública previa su solicitud en el Servicio de Registros Oficiales de Salud Pública (C/ Julián Camarillo nº 6a, planta baja, 28037 Madrid) quien autoriza el curso y sus actualizaciones, así como las posibles reediciones.

Por último, indicar que, de conformidad al artículo 15 del Real Decreto 140/2003 de aguas de consumo humano, se debe exigir que todo el personal que trabaje en el abastecimiento en tareas en contacto directo con el agua de consumo humano, disponga de formación en higiene de alimentos conforme a lo indicado en el Real Decreto 202/2000 sobre manipuladores de alimentos.

Riesgos laborales

Existen numerosos riesgos a los que pueden verse expuestos los trabajadores que desarrollen mantenimiento, limpieza y desinfección, toma de muestras, etc. de este tipo de instalaciones:

Riesgos biológicos: Como dispositivos de riesgo de legionelosis, lógicamente este será un peligro fundamental a considerar, pero no debe de olvidarse en la identificación y evaluación de los peligros, tener presente la existencia de otros agentes biológicos como amebas (*Acanthamoeba sp.*, *Entamoeba histolytica*, etc.), hongos (*Aspergillus sp.*, etc) u otros.

Riesgos químicos: Derivados de la utilización y presencia de numerosas sustancias y preparados peligrosos empleados en el tratamiento y acondicionamiento del agua, limpieza y desinfección, etc.

Riesgos físicos: Accidentes diversos, caídas por la ubicación de muchos equipos en altura (torres de refrigeración, depósitos), peligros de electrocución, etc.

Tras la identificación y evaluación de los riesgos las empresas deben de plantear la adopción de medidas de protección que los eliminen o reduzcan y controlen. Entre estas medidas no deben de faltar:

- ◆ Empleo de equipos de protección individual: Máscaras o mascarillas de nivel de protección P3 (de alta eficacia ante aerosoles líquidos) que vayan equipadas de un filtro HEPA, gafas de protección, guantes, ropa, calzado, etc.
- ◆ Utilización de procedimientos de trabajo normalizados y adecuados.
- ◆ Formación de los trabajadores en prevención.

La Norma UNE 100030 IN recoge en el anexo B "Prevención de riesgos laborales", a título informativo, las recomendaciones en esta materia:

- ◆ Planificación y diseño de las tareas de revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección, así como empleo de procedimientos de trabajo escritos.
- ◆ Información a los trabajadores sobre los riesgos y medidas preventivas.
- ◆ Existencia de normas escritas sobre la manipulación y almacenamiento de productos químicos empleados.
- ◆ Empleo de equipos de protección individual en las tareas acordes al riesgo de exposición, conforme a la siguiente tabla:

Equipos de Protección Individual recomendados para diferentes tareas

TAREA	FACTOR PELIGROSO	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	
		PROTECCIÓN RESPIRATORIA	ROPA DE PROTECCIÓN
Revisión	Aerosol	Mascarilla autofiltrante contra partículas	No es necesaria
Limpieza y tratamiento químico en espacio bien ventilado	Aerosol y concentración baja de cloro u otros agentes químicos	Mascarilla con filtro contra partículas, gases y vapores	Traje completo resistente a agentes químicos, con protección de la cabeza, guantes, botas y gafas
Limpieza y tratamiento químico en espacio ventilado, sin movimiento de aire	Aerosol y concentración no muy alta de cloro u otros agentes químicos	Mascarilla completa con filtro contra partículas, gases y vapores	Traje completo resistente a agentes químicos, con protección de la cabeza, guantes, botas y gafas
Limpieza y tratamiento químico en espacio confinado	Aerosol y concentración alta de cloro u otros agentes químicos; posible falta de oxígeno	Equipo de protección respiratoria aislante autónomo, con adaptador facial tipo máscara completa	Traje completo resistente a agentes químicos, con protección de la cabeza, guantes, botas y gafas

(Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones. Norma UNE 100030:2005 IN. AENOR)

Normativa básica en riesgos laborales:

- ◆ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- ◆ Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- ◆ Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- ◆ Orden de 25 de marzo de 1998 por la que se adapta en función del progreso técnico el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo.
- ◆ Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- ◆ Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos ocasionados con los agentes químicos durante el trabajo.

3.2.1. Mantenimiento de Torres de Refrigeración y Condensadores Evaporativos

El mantenimiento óptimo de estos aparatos garantiza no solamente el control del riesgo de legionela sino que permite el consumo racional de agua, productos químicos y energía.

El mantenimiento sanitario de las instalaciones con mayor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella, entre las que figuran las torres de refrigeración y condensadores evaporativos, está recogido en el apartado 1 del artículo 8 del Real Decreto 865/2003 que describe el contenido general de los programas de mantenimiento, además de estas especificaciones se complementa con condiciones específicas de mantenimiento de las torres de refrigeración y condensadores evaporativos recogidas en el Anexo 4 de la citada norma. En definitiva las condiciones que quedan establecidas son:

PLANOS

Elaboración de un **plano** señalizado de cada instalación que contemple todos sus componentes, que se actualizará cada vez que se realice alguna modificación. Se recogerán en éste los puntos o zonas críticas en donde se debe facilitar la toma de muestras del agua.

REVISIONES Y EXÁMENES

De todas las partes de la instalación para asegurar su correcto funcionamiento, estableciendo los puntos críticos, parámetros a medir y los procedimientos a seguir, así como la periodicidad de cada actividad.

El anexo 4 establece que las revisiones se realizarán con la siguiente periodicidad:

Revisiones en torres de refrigeración.

Elemento de la instalación	Periodicidad
Separador de gotas	Anual
Condensador y Relleno	Semestral
Bandeja	Mensual

3.2. MANTENIMIENTOS ESPECÍFICOS

Se revisará el estado de conservación y limpieza general, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación.

Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución.

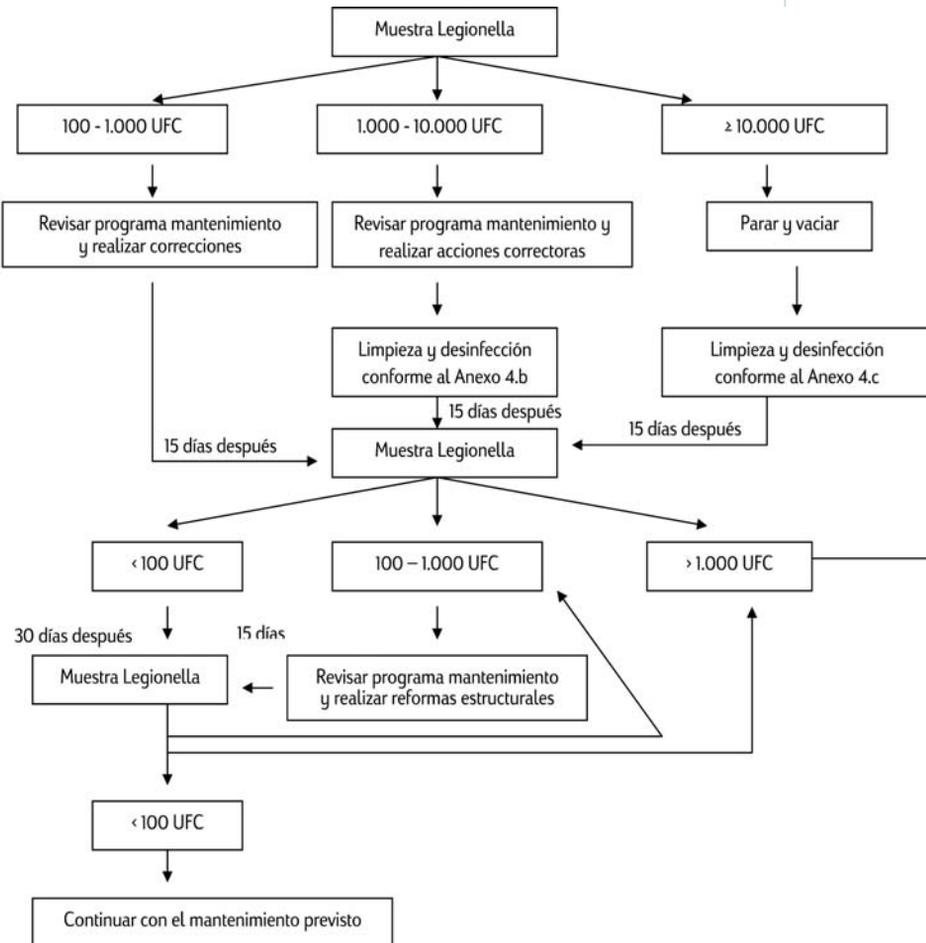
También el anexo 4 indica que se revisará la calidad físico-química mediante análisis que deberán especificar el correspondiente método analítico e indicarán su límite de detección o cuantificación. También se revisará la calidad microbiológica y se incluirán, si fueran necesarios, otros parámetros que se consideren útiles en la determinación de la calidad del agua o de la eficacia del programa de mantenimiento de tratamiento del agua (Ver cuadro).

Parámetros	Periodicidad	Método analítico	Niveles
Temperatura	Mensual		
Turbidez	Mensual	(1)	< 15 UNF
Conductividad	Mensual		(2) (4)
pH	Mensual		6,5-9,0 (3) (4)
Hierro total	Mensual		< 2 mg/l
Nivel de biocida	Diario		Según especificaciones del fabricante
Aerobios totales	Mensual	ISO 6222, 1999	< 10.000 UFC/ml (5)
Legionella	Trimestral	ISO 11731, 1998	<100 UFC/l (6) (7)

- 1 Basado en alguna norma tipo UNE-EN, ISO o Standard Methods.
- 2 Debe estar comprendida entre los límites que permitan la composición química del agua (dureza, alcalinidad, cloruros, sulfatos, otros) de tal forma que no se produzcan fenómenos de incrustación y/o corrosión. El sistema de purga se debe automatizar en función a la conductividad máxima permitida en el sistema indicado en el programa de tratamiento del agua.
- 3 Se valorará este parámetro a fin de ajustar la dosis de cloro a utilizar (UNE 100030) o de cualquier otro biocida.
- 4 El agua en ningún momento podrá tener características extremadamente incrustantes ni corrosivas. Se recomienda calcular el índice de Ryznar o de Langelier para verificar esta tendencia. (Ver Capítulo III.1.1. Química del agua)
- 5 Con valores superiores a 10.000 UFC/ml será necesario comprobar la eficacia de la dosis y tipo de biocida utilizado y realizar un muestreo de Legionella.
- 6 Los análisis deberán ser realizados en laboratorios acreditados para aislamiento de Legionella en agua o laboratorios que tengan implantado un sistema de control de calidad para este tipo de ensayos.
- 7 La determinación de Legionella se realizará con una periodicidad adecuada al nivel de peligrosidad de la instalación, como mínimo trimestralmente, y siempre 15 días después de la realización del tratamiento de choque.

Cuando se detecten cambios en los parámetros físico-químicos que miden la calidad del agua, se revisará el programa de tratamiento del agua y se adoptarán las medidas necesarias. Si se detectan cambios en el recuento total de aerobios y en el nivel de desinfectante, se procederá a realizar una determinación de Legionella y se aplicarán, en su caso, las medidas correctoras necesarias para recuperar las condiciones del sistema conforme a la siguiente tabla:

Acciones para torres de refrigeración en función de los análisis microbiológicos de Legionella



PROGRAMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA

Este programa incluirá productos, dosis y procedimientos, así como introducción de parámetros de control físicos, químicos y biológicos, los métodos de medición y la periodicidad de los análisis.

Previo a la instauración de un programa de tratamiento del agua en torres de refrigeración, resulta de gran interés, y, en algunos casos completamente necesario, conocer la calidad microbiológica y físico-química del agua de aporte o agua bruta, ya que en función de los resultados obtenidos y de las características particulares de la instalación (consumo por evaporación, disponibilidad de agua, etc.) servirá para valorar la necesidad de realizar tratamientos previos de descalcificación, filtración, etc., del agua de aporte, que mejoren su calidad y el funcionamiento de los equipos, pudiendo reducir, en algunos casos, el consumo de agua, biocidas y productos químicos.

Las condiciones del agua que proviene de la red municipal ofrecen buenas garantías microbiológicas ya que esta agua está sujeta a una vigilancia y control permanente.

En aquellas instalaciones que utilizan captaciones de pozo, río u otras fuentes distintas a la red municipal hay que observar algunas consideraciones para evitar que la legionela pueda multiplicarse con facilidad. Entre las medidas que se pueden tomar están:

- ◆ Optar, si es factible, por aquellas aguas que contengan la menor contaminación de tipo orgánico.
- ◆ Proteger las captaciones para evitar que se contaminen.
- ◆ Disponer de un depósito de almacenamiento de esta agua, instalar un sistema de desinfección y limpiarlo con periodicidad necesaria, al menos una vez al año.

Fenómenos que se producen en el agua de las torres de refrigeración

Para poder entender la especificidad de los programas de tratamiento de las torres de refrigeración debemos conocer algunos de los fenómenos que se producen en el agua de estos circuitos.

1. Incrustación

La elevación de la temperatura del agua en las torres de refrigeración, el aumento en la concentración de sales, etc. son factores que favorecen la precipitación de carbonatos y sulfatos de calcio y magnesio, entre otras sales, que quedan adheridos a las paredes de los circuitos. En el caso de los condensadores evaporativos se afecta fundamentalmente el serpentín, en el caso de las torres de refrigeración los intercambiadores de calor.

La incrustación produce numerosos problemas como la disminución de la sección de las conducciones o la disminución de la transferencia de calor en los intercambiadores con el consiguiente aumento del consumo energético. En relación a legionela las incrustaciones favorecen la presencia de biopelículas.



Depósito de incrustaciones en la batería de tubos de un condensador evaporativo.

Puede prevenirse trabajando en menores regímenes de concentración (menor número de ciclos de concentración), empleando métodos físicos o productos químicos que la inhiban, o mediante tratamientos específicos del agua del circuito o del agua de aporte.

2. Corrosión

Uno de los problemas más preocupantes que se producen en las torres de refrigeración es la corrosión o destrucción de los metales por su exposición a factores químicos y electroquímicos. Intercambiadores, conducciones y en definitiva cualquier elemento constructivo de las torres se ven expuesto a este fenómeno que se manifiesta de muy diversas formas (corrosión generalizada, pitting, corrosión galvánica, etc.) según sea el factor que la haya producido. La mayor temperatura del agua, la elevada presencia de oxígeno y anhídrido carbónico, la concentración de cloruros y sulfatos, etc. son favorecedores de la corrosión.

Este fenómeno, que puede acortar considerablemente la vida útil de los equipos, es además de interés para el control de

Legionella ya que la presencia de hierro en el agua favorece su crecimiento.

Generalmente se previene mediante el empleo de productos químicos o por tratamientos específicos del agua.



Corrosión por picadura: Interior de una torre de refrigeración.

3. Ensuciamiento

Las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos, además de actuar como fuentes de emisión de vapor, gotas, etc., son también "lavadores" del aire que captan, ya que las partículas que transporta el aire como polvo, polen, esporas, arena, etc., o incluso insectos, hojas o elementos extraños, quedan retenidas en el agua tras su paso por el interior de los equipos. Todas estas partículas, además de los sólidos que se incorporan con el agua de aporte, las sales precipitadas, restos de óxido, etc. tienden a sedimentar en aquellas zonas en las que la velocidad del agua es menor (bandeja, depósitos intermedios, etc.) o en los puntos donde pudieran ser retenidas por su calibre (boquillas, filtros, rejillas, etc.) dando lugar a la formación de lodos y acumulación de suciedad.

Los problemas que genera el ensuciamiento, no son muy diferentes a los producidos por incrustación, como disminución del rendimiento en los intercambiadores de calor, obstrucción de boquillas, filtros, colmatación de los rellenos, pérdida de carga de los ventiladores, aumento del consumo de biocidas,

etc., en definitiva disminución de la eficacia del sistema y elevación del consumo energético y de los costes de la instalación. Además, desde el punto de vista sanitario, el ensuciamiento está muy relacionado con la formación de biopelículas y el crecimiento bacteriano.

El control se realiza con el empleo de equipos de filtración, mediante productos químicos, con el vaciado de las balsas y mediante las limpiezas y desinfecciones periódicas.

4. Crecimiento bacteriano

Los circuitos hidráulicos de las torres de refrigeración y condensadores evaporativos presentan unas características ambientales que son muy favorecedoras para el desarrollo y multiplicación de numerosas formas de vida. La temperatura del agua, su riqueza en sales y metales, la presencia de oxígeno o su ausencia en algunas partes de las instalaciones, etc. dan lugar al crecimiento y proliferación de bacterias, algas, protozoos, etc. En algunos puntos la adherencia de determinadas bacterias a las superficies va a posibilitar la fijación posterior de comunidades de microorganismos que comienzan a interrelacionar entre sí dando lugar a la formación de biofilms.

Además de los perjuicios que produce la formación de biofilms en las instalaciones, en muchos casos similares a las del ensuciamiento e incrustación (pérdida de intercambio calorífico en los intercambiadores, colmatación de filtros, obstrucciones en las conducciones hidráulicas, etc.), desde el punto de vista sanitario es de gran importancia por ser un factor fundamental en la supervivencia y multiplicación de legionella. En este hábitat la bacteria entabla relaciones simbióticas con otros microorganismos y le permite resistir factores ambientales hostiles como pueda ser la presencia de biocidas en el agua, intercambiar nutrientes y encontrar condiciones óptimas para su multiplicación. Una de las interrelaciones más estudiadas es la capacidad de multiplicación de Legionella en el interior de determinados protozoos y particularmente en amebas de vida libre.

La prevención del crecimiento bacteriano se realiza de muy diversos modos; existen métodos físicos, físico-químicos y químicos. (Ver capítulo 3.1.2. Productos químicos. Tratamiento del agua, página 65). Para luchar contra el biofilm es fundamental el empleo de biodispersantes.

5. Concentración de sales. El concepto "ciclos de concentración"

Las torres de refrigeración basan su funcionamiento en el principio físico del enfriamiento evaporativo, que consiste en la evaporación de una parte del agua y el consecuente enfriamiento del resto. Las pérdidas de agua que se producen por evaporación son restablecidas mediante nuevos aportes de agua.

Este sistema presenta un inconveniente, ya que, a medida que se aporta agua, se incorporan también las sales que lleva disueltas, las cuales no se evaporarán y por tanto permanecerán en los circuitos, acumulándose poco a poco.

Si esto no fuera corregido se produciría una cada vez mayor concentración de sales hasta llegar a un punto en el que, superado el límite de solubilidad, precipitarían pudiendo dar lugar a fenómenos de incrustación.

Para evitar este problema, que imposibilitaría el funcionamiento de estos aparatos, existe una solución sencilla como es la evacuación de una parte del agua que está en circulación, y que tiene por tanto un alto contenido en sales, mediante el empleo de purgas. De este modo, a través de la purga se vierte agua con alto contenido en sales y la pérdida será compensada con la entrada de agua de renovación con un contenido en sales menor.

Al respecto el Anexo 4 del Real Decreto 865/2003 establece que el sistema de purga debe automatizarse en función a la conductividad máxima que aparezca indicada en el programa de tratamiento del agua.

Para saber que cantidad de agua debe ser evacuada por las purgas, es preciso conocer, en primer lugar, el tipo y concentración en sales del agua de aporte.

A priori si, se emplea agua de baja salinidad, se podrá trabajar con menores regímenes de purga, mientras que si el agua es rica en sales precisará o bien de tratamiento previo o bien mayores regímenes de purga.

La relación entre sales disueltas en el agua del circuito y las sales disueltas del agua de aporte se conoce con el término "ciclos de concentración".

Ciclos de concentración = $[Cl^-]$ sistema / $[Cl^-]$ aporte.

Si bien algunos manuales recomiendan que los ciclos de concentración estén entre 2 y 4, u otros niveles, estas recomendaciones debe de valorarse de modo muy orientativo ya el criterio a adoptar debe siempre de contar con la calidad del agua de partida. No obstante, no solo debe de valorarse la calidad del agua de aporte, sino también un número amplio de variables como: disponibilidad de agua, factores económicos, tamaño de la instalación, vertidos, etc. De cualquier modo, de forma general, puede decirse que, cuanto mayor sea la concentración en sales del agua del circuito, será más crítico el funcionamiento de la instalación y se trabajará más próximo a la pérdida de control ante fenómenos de incrustación o corrosión.

Para conocer el volumen de purga existe un indicador cuyo sencillo cálculo permite hacer la primera aproximación, se trata del cálculo de los ciclos de concentración.

$$\text{Caudal de purga} = \frac{\text{Pérdidas por evaporación}}{(\text{Ciclos de concentración} - 1)}$$

Las pérdidas por evaporación son de 0,44 litros de agua por cada 1.000 kJ de calor extraído.

El agua de aporte cubrirá las pérdidas que se producen por evaporación, por arrastre de gotas y por el régimen de purgas.

Por último no debemos olvidar un factor más, las diferencias en el funcionamiento de estos aparatos a lo largo del año. Así, durante los periodos de bajas temperaturas ambientales, se produce una mayor disipación de calor por convección, lo que hace que sea necesaria una menor disipación por evaporación, lo que representa menor consumo de agua y una reducción en el caudal de purga.

Tratamientos más habituales

Filtración: Los dispositivos de **filtración** instalados en torres de refrigeración permiten reducir la presencia de partículas y sólidos en suspensión que se encuentran dispersas en el agua, con la consiguiente mejora de las características físico-químicas y microbiológicas del agua. La filtración logra un mayor rendimiento y eficacia de la instalación y reduce el consumo de desinfectantes y productos de acondicionamiento del agua. La

dotación de estos accesorios al sistema, no obstante, requiere de una vigilancia y mantenimiento mínimos.

Desinfección: La desinfección es el tratamiento cuyo objetivo es la reducción del número de microorganismos presentes en el agua, entre los cuales se encuentra legionela. Existen diversos métodos de desinfección, físicos, fisico-químicos y químicos, estos últimos son los más extendidos en torres de refrigeración y consisten en la adición de biocidas.

El empleo del **cloro**, como desinfectante de estas instalaciones, está abundantemente extendido en el mundo por ser un producto eficaz, de fácil medición y económico. Pero no debemos olvidar que su utilización presenta dos importantes inconvenientes: su elevado poder oxidante, que puede dar lugar a efectos corrosivos en las instalaciones y que precisa controlar que el pH se encuentre por debajo de 8, límite por encima del cual su acción bactericida es muy reducida.

El Real Decreto 865/2003 establece que cuando el cloro sea el desinfectante de elección, se deberán mantener unos niveles de cloro residual libre de 2 mg/l mediante un dispositivo automático, así como emplear un anticorrosivo compatible.

Cuando se opte por **otros desinfectantes químicos**, estos deberán estar inscritos en el **Registro Oficial de Biocidas** del Ministerio de Sanidad y Consumo como desinfectantes para el tratamiento de Legionella y su aplicación sólo podrá ser llevada a cabo por las **empresas registradas** en el **Registro Oficial de Establecimientos y Servicios Biocidas** de la Comunidad de Madrid o cualquier otra Comunidad Autónoma.

La **adición de los desinfectantes** se ajustará en todo momento a las especificaciones recogidas en la inscripción en el Registro de Biocidas, en cuanto a modo de dosificación, incompatibilidades con otros productos químicos y concentraciones recomendadas por el fabricante.

Empleo de otros productos químicos: Además de los desinfectantes, está generalizada la utilización de productos químicos con funciones diversas según los requerimientos de cada instalación, **antiincrustantes**, **anticorrosivos**, **biodispersantes**, etc., si bien, antes de su utilización, se debe de valorar que se trate de productos químicos compatibles entre sí y con los desinfectantes empleados. La utilización de los mismos se hará de confor-

midad a las pautas que se recogen en la **Ficha de Datos de Seguridad** que debe de acompañar a su venta profesional. Por otra parte, los envases que contengan productos químicos deberán estar perfectamente etiquetados, con el fin de evitar errores o posibles accidentes.

Los productos químicos utilizados o los compuestos en los que se degradan, pueden llegar a las personas, tras su vaporización, aerosolización, etc., por lo que su elección y dosificación deben de hacerse con el mayor rigor, procurando emplear aquellos que ofrezcan la toxicidad más baja para la misma eficacia. Sin olvidar los daños al medio ambiente que supone el vertido de productos químicos a través de las purgas o una inadecuada gestión de residuos (eliminación de envases vacíos).

PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

En los apartados B y C del Anexo 4 del Real Decreto 865/2003 se establecen los aspectos mínimos que deben de recoger la limpieza y desinfección de torres de refrigeración:

Periodicidad

La limpieza y desinfección del sistema completo se realizará, al menos, dos veces al año, preferiblemente al comienzo de la primavera y el otoño, cuando las instalaciones sean de funcionamiento no estacional y además en las siguientes circunstancias:

- ◆ Cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez.
- ◆ Tras una parada superior a un mes.
- ◆ Tras una reparación o modificación estructural.
- ◆ Cuando una revisión general así lo aconseje o cuando lo determine la autoridad sanitaria.

Modo de realización

El anexo 4 del citado Real Decreto establece como premisa que la desinfección no será efectiva si no va acompañada de una limpieza exhaustiva. Por otro lado propone tres procedimientos diferentes de limpieza:

*EQUIPOS QUE PUEDEN CESAR SU ACTIVIDAD,
CASO DE UTILIZAR CLORO*

- a) Cloración del agua del sistema, al menos 5 mg/l de cloro residual libre y adición de biodispersantes y anti-corrosivos compatibles con el cloro y el biodispersante, manteniendo un pH entre 7 y 8.
- b) Recircular el sistema durante 3 horas, con los ventiladores desconectados y cuando sea posible las aberturas cerradas para evitar la salida de aerosoles. Se medirá el nivel de cloro residual libre al menos cada hora reponiendo la cantidad perdida.
- c) Neutralizar el cloro, vaciar el sistema y aclarar con agua a presión.
- d) Realizar las operaciones de mantenimiento mecánico y reparar averías detectadas.
- e) Limpiar a fondo las superficies y eliminar las incrustaciones y adherencias y aclarar.
- f) Llenar de agua y añadir el desinfectante de mantenimiento.

Las piezas desmontables se limpiarán a fondo, sumergidas en una solución que contenga 15 mg/l de cloro residual libre, durante 20 minutos, aclarando con abundante agua fría.

Los elementos difíciles de desmontar o de difícil acceso se pulverizarán con la misma solución durante el mismo tiempo.

Los equipos, que por sus dimensiones o diseño no admitan la pulverización, la limpieza y desinfección se realizará mediante nebulización eléctrica, utilizando un desinfectante adecuado para este fin (la nebulización eléctrica no se puede realizar con cloro).

*EQUIPOS QUE NO PUEDEN CESAR SU ACTIVIDAD,
CASO DE UTILIZAR CLORO*

- a) Ajustar el pH entre 7 y 8.
- b) Añadir cloro para mantener en el agua de la balsa una concentración máxima de cloro libre residual de 5 mg/l.
- c) Añadir biodispersante, así como un inhibidor de la corrosión.
- d) Recircular por espacio de 4 horas manteniendo los niveles de cloro residual libre. Se realizarán determinaciones del mismo cada hora, para asegurar el contenido de cloro residual previsto que será mantenido utilizando dosificadores automáticos.

Si una vez finalizada la operación de limpieza la calidad del agua no fuera aceptable se podrá renovar la totalidad del agua del circuito, abriendo la purga al máximo posible y manteniendo el nivel de la balsa.

Las torres de refrigeración y condensadores evaporativos de instalaciones industriales, como centrales térmicas, centrales nucleares y otros, dispondrán de protocolos de limpieza y desinfección específicos, adecuados a la particularidad de su uso.

*LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN CASO DE BROTE
DE LEGIONELOSIS*

- a) Clorar el agua del sistema hasta conseguir al menos 20 mg/l de cloro libre residual y añadir biodispersantes y anticorrosivos compatibles, manteniendo los ventiladores desconectados y las aberturas cerradas para evitar la salida de aerosoles.
- b) Mantener este nivel de cloro durante 3 horas, comprobando éste cada hora, mientras está circulando agua a través del sistema.

- c) Neutralizar el cloro y proceder a la recirculación del agua.
- d) Vaciar el sistema y aclarar con agua a presión.
- e) Realizar las operaciones de mantenimiento mecánico del equipo y reparar averías.
- f) Limpiar a fondo las superficies del sistema con detergentes y agua a presión y aclarar.
- g) Clorar el agua hasta alcanzar 20 mg/l de cloro residual libre y añadir anticorrosivos compatibles. Mantener durante 2 horas, comprobando el nivel de cloro residual libre cada 30 minutos. Se recirculará el agua por todo el sistema, manteniendo los ventiladores desconectados y las aberturas tapadas.
- h) Neutralizar el cloro y recircular.
- i) Vaciar el sistema, aclarar y añadir el desinfectante de mantenimiento.

Las piezas desmontables serán limpiadas a fondo y desinfectadas por inmersión en una solución de agua que contenga 20 mg/l de cloro residual libre, durante al menos 20 minutos.

Las piezas no desmontables o de difícil acceso se limpiarán y desinfectarán pulverizándolas con la misma solución durante el mismo tiempo.

En caso de equipos, que por sus dimensiones o diseño no admitan la pulverización, la limpieza y desinfección se realizará mediante nebulización eléctrica, utilizando un desinfectante adecuado.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

Tal y como marca el Real Decreto cada instalación deberá disponer de un registro en el que al menos se recoja:

- a) Fecha de realización de las tareas de revisión, limpieza y desinfección general, protocolo seguido, productos utilizados, dosis y tiempo de actuación. Cuando sean efectuadas por una empresa contratada, ésta extenderá un certificado.
- b) Fecha de realización de cualquier otra operación de mantenimiento (limpiezas parciales, reparaciones, verificaciones, engrases) y especificación de éstas, así como cualquier tipo de incidencia y medidas adoptadas.
- c) Fecha y resultados analíticos de los diferentes análisis del agua.
- d) Firma del responsable técnico de las tareas realizadas y del responsable de la instalación.

El registro de mantenimiento estará siempre a disposición de las autoridades sanitarias responsables de la inspección de las instalaciones. Además de éste, deberá disponerse de la siguiente documentación:

- ◆ Planos de la instalación.
- ◆ Programa de tratamiento del agua.
- ◆ Fichas de datos de seguridad de todos los productos químicos empleados.
- ◆ Copia de la Resolución de inscripción en el Registro Oficial de Biocidas del Ministerio de Sanidad y Consumo del desinfectante empleado.

NOTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

El artículo 3 del Real Decreto 865/2003 establece la obligatoriedad de que las torres de refrigeración y condensadores evaporativos sean notificadas a la administración sanitaria, siendo responsabilidad de los titulares y las empresas instaladoras, un mes antes de su puesta en funcionamiento, con la información que se recoge en el Anexo 1.

ANEXO 1

Documento de notificación de torres de refrigeración y condensadores evaporativos

Alta Baja Fecha

Titular

Instalador

Representante (en su caso)

Dirección

Teléfono Fax Correo electrónico

Ubicación de los equipos. (Especificar: dirección y situación exacta, altura en metros, distancia en horizontal a la vía pública, tomas de aire y ventanas, en metros)

Tipo de instalación	N.º de equipos	Marca Modelo	N.º serie	Fecha instalación	Fecha Reforma	Potencia ventilador (kW, CV)
Torres de refrigeración. Condensadores evaporativos.						

Régimen de funcionamiento: Continuo⁽¹⁾ Estacional⁽²⁾ Intermitente⁽³⁾ Irregular⁽⁴⁾

Horas/día de funcionamiento: Días/año:

Captación del agua: Red Pública

Suministro Propio: Superficial

Subterráneo

¿Existe depósito? No Sí (Especificar ubicación)

Fecha de cese definitivo de la actividad de la instalación.

(1) Funcionamiento sin interrupción.
 (2) Funcionamiento coincidente con los cambios estacionales (primavera-verano).
 (3) Periódico con paradas de más de una semana.
 (4) Que no sigue ninguna norma en su funcionamiento.

R.D. 865/2003: Documento notificación de instalaciones.

3.2.2. Agua Sanitaria Fría y Caliente

Los titulares de las instalaciones o bien las empresas contratadas por éstos, exceptuando los de edificios destinados al uso exclusivo de vivienda, deberán disponer de un Programa de mantenimiento, acorde con las características de la instalación. Cada instalación deberá disponer de un registro de mantenimiento donde se reflejen las revisiones, limpiezas y controles efectuados. El Programa de mantenimiento lo efectuará personal suficientemente cualificado y contendrá:

PLANOS

Se dispondrá de un plano que recoja el sistema de funcionamiento hidráulico de la red interior desde la acometida al edificio hasta sus puntos terminales. El estudio del esquema permitirá señalar los puntos de mayor riesgo. Contendrá:

- ◆ Componentes de la instalación.
- ◆ Señalización de puntos críticos.
- ◆ Señalización puntos para toma de muestras.

REVISIONES

La revisión y limpieza de las instalaciones se efectuará con la siguiente periodicidad.

	AGUA CALIENTE	AGUA FRIA
Revisión del funcionamiento de la instalación	Anual	Anual
Revisión de la conservación y limpieza de depósitos y acumuladores	Trimestral en acumuladores	Trimestral en depósitos
Revisión de la conservación y limpieza de grifos y duchas	Mensual (1)	Mensual (1)
Purga válvulas drenaje de red	Mensual	
Purga del fondo de acumuladores	Semanal	
Control de temperatura	Mensual en grifos y duchas (2) Diaria en acumulador (3)	Mensual en depósito (4)
Control analítico	Anual: (Análisis legionella según Norma ISO 11731(5))	Anual: Análisis de "control" para depósitos de menos de 100 m ³ Cada 2 meses : Análisis de "control" para depósitos entre 100 y 1000 m ³ (6) Mensual: Cloro residual (7)
Limpieza	Anual (8)	Anual (8)
Desinfección de depósitos	Anual	Cuando se precise
Desinfección de duchas	Anual	Anual

NOTAS:

- (1). A lo largo de un año deberán haberse revisado todos los puntos terminales.
- (2). No será inferior a 50 °C.
- (3). No será inferior a 60 °C.
- (4). Será inferior a 20 °C.
- (5). En instalaciones especialmente sensibles, como residencias de ancianos, hospitales, hoteles, balnearios...la periodicidad mínima recomendada es trimestral.
- (6). Los parámetros del análisis de control están definidos en el R.D. 140/2003
- (7). Deberá ser superior a 0,2 mg/l de cloro residual libre en aguas tratadas con hipoclorito o de 0,2 mg/l de cloro residual combinado en aguas tratadas con cloraminas
- (8). También se realizará limpieza a la puesta en funcionamiento de la instalación o cuando haya modificaciones de la misma

No hay que olvidarse de la revisión de termómetros, termostatos, manómetros, etc.

PROGRAMA TRATAMIENTO DEL AGUA

En el ACS, la limpieza está justificada porque alrededor de los serpentines e intercambiadores se forma un depósito mineral que recubre estas superficies cuando se calienta el agua a más de 60 °C.

El depósito mineral más común es el de carbonato cálcico (también magnésico) que se precipita de la solución bajo ciertas condiciones de calidad del agua (alcalinidad, dureza, pH,...) cuando se calienta. Es como un material blanquecino, duro y cristalino. La capa de carbonatos perturba la circulación del agua por la reducción del diámetro de la tubería y reduce la potencia térmica del sistema por ser un excelente aislante térmico.

Debido a la necesidad de producir agua caliente a más de 60 °C es conveniente que el agua fría se someta a un proceso de descalcificación (cuando el agua de aporte tenga características que justifiquen estos procesos). Esta descalcificación se puede llevar a cabo mediante 2 procesos, al menos:

- ◆ Intercambio iónico a través de un lecho de resinas (Ca, Mg y Na).
- ◆ Ósmosis inversa.

Previamente, por tanto, el técnico de mantenimiento debe considerar las características del agua de aporte (Ca, Mg, Na, Cl, SO₄, hierro, sílice, oxígeno disuelto, alcalinidad, pH, cloro libre, STD, STS y sustancias orgánicas) para evaluar las tendencias corrosivas e incrustantes de un suministro de agua.

Los depósitos de agua deberán ser limpiados al menos una vez al año. Pudiendo utilizarse el siguiente procedimiento:

LIMPIEZA DE DEPÓSITOS

Para la limpieza del vaso se aconseja seguir las siguientes fases:

- ◆ Vaciado.
- ◆ Eliminación de partículas sedimentadas.
- ◆ Reparación de estructuras dañadas.
- ◆ Limpieza con agua a presión y aclarado.

Llenado y puesta en funcionamiento, verificando que hay niveles adecuados de cloro residual en los puntos terminales (ver apartado de cloración).

Cuando las condiciones higiénico-sanitarias lo requieran (presencia o sospecha de contaminación, condiciones muy deficientes, instalaciones nuevas o en desuso, etc...) se efectuará también desinfección del depósito de agua fría.

El procedimiento para la desinfección del ACS y agua fría (si procede) es el siguiente:

LIMPIEZA + DESINFECCIÓN CON CLORO DE DEPÓSITOS

- ◆ Cloración de depósitos se hará con 20- 30 mg/l de cloro residual libre (temperatura inferior a 30 °C y pH 7-8), haciendo llegar a los puntos terminales de la red 1-2 mg/l y mantener durante 3 ó 4 horas. Cuando las condiciones del depósito no permitan esta hipercloración, se podrá mantener durante 12 horas concentraciones de 4 a 5 mg/l en depósito.
- ◆ Neutralizar el cloro y vaciar el sistema.
- ◆ Eliminación de partículas sedimentadas, reparación de estructuras dañadas, limpieza y aclarado.
- ◆ Llenado y puesta en funcionamiento cuando se obtengan niveles adecuados de cloro residual en los puntos terminales.

- ◆ Sólo se recurrirá a la recloración cuando los niveles de cloro residual sean insuficientes, y teniendo en cuenta el tipo de desinfección empleado en el agua de la red general. Dicha recloración se hará mediante clorador automático.

DESINFECCIÓN TÉRMICA EN ACS

- ◆ Vaciado del depósito y limpieza de superficies y aclarado.
- ◆ Llenado del depósito acumulador y aumentar temperatura hasta 70 °C, durante 2 horas.
- ◆ Apertura de grifos por sectores durante 5 minutos y de forma secuencial.
- ◆ Comprobar que la temperatura es mayor de 60 °C en los puntos terminales,
- ◆ Vaciado del depósito y nuevo llenado.

También anualmente se procederá a la desinfección de todos los grifos y duchas de la instalación.

DESINFECCIÓN DE GRIFOS Y DUCHAS

- ◆ Desmontado y eliminación de incrustaciones.
- ◆ Inmersión en 20 mg/l de cloro residual durante 30 minutos. También podrá utilizarse otro desinfectante.
- ◆ Lavado con agua fría.

Los elementos no desmontables serán desinfectados cubriéndolos con un paño impregnado en la misma solución y mismo tiempo.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

En el registro de mantenimiento deben quedar reflejadas todas las operaciones efectuadas en la instalación y especialmente:

- ◆ Método y frecuencia de la revisión del funcionamiento:
 1. Control de los puntos críticos.
 2. Procedimiento de muestreo.
 3. Tipo y parámetros de las muestras a realizar.
- ◆ Programa de tratamiento, conteniendo:
 1. Procedimiento.
 2. Producto y dosis a utilizar.
 3. Muestreos analíticos de comprobación, indicando su frecuencia.
- ◆ Programa de limpieza y desinfección (anual), conteniendo:
 1. Procedimiento.
 2. Producto y dosis a utilizar.
 3. Precauciones.
 4. Periodicidades.
- ◆ Registro de mantenimiento e incidencias, en el que quedará reflejado:
 1. Actividades realizadas.
 2. Medición de temperaturas en depósitos finales (serán superiores a 60 °C y se medirán diariamente).
 3. Medición de temperaturas en grifos y duchas (serán superiores a 50 °C y se medirán mensualmente en un número representativo de puntos).
 4. Resultados analíticos de medición de legionella (una muestra anual en punto representativo).
 5. Fechas de incidencias.
 6. Otras incidencias, como paradas y puestas en marcha, etc..
- ◆ Métodos de prevención de riesgos laborales

3.2.3. Bañeras y Piscinas de Hidromasaje de Uso Individual o Colectivo

Todas estas instalaciones requieren de un mantenimiento técnico para su adecuado funcionamiento, sin embargo, el hecho de que estos aparatos puedan producir casos de legionelosis hace que precisen, un programa de mantenimiento higiénico-sanitario, que incluirá al menos:

PLANOS

Se elaborará un plano de la instalación que contemple todos

sus componentes, que se actualizará cada vez que se realice alguna modificación. En el mismo se recogerán los puntos o zonas críticas donde se debe facilitar la toma de muestras del agua.

REVISIONES

Los aspectos mínimos que deben reunir la revisión de estas instalaciones son:

BAÑERAS SIN RECIRCULACIÓN DE USO INDIVIDUAL

Mensualmente se revisarán los elementos de la bañera y difusores.

Se debe mantener un nivel adecuado de desinfectante residual en aquellas instalaciones que utilicen agua de captación propia o de una red de abastecimiento que no garantice un adecuado nivel de agente desinfectante en el agua suministrada.

BAÑERAS O PISCINAS CON RECIRCULACIÓN DE USO COLECTIVO

En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza.

La revisión general de funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, así como los sistemas utilizados para el tratamiento de agua, se realizará con la siguiente periodicidad:

Elemento	Periodicidad
Revisión general de la instalación, especialmente el estado de los diferentes elementos, tales como tuberías, grifos, duchas, filtros, boquillas de impulsión, etc. sustituyendo aquellos que hayan podido deteriorarse.	Semestral
Estado de conservación y limpieza de los depósitos auxiliares: Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones.	Mensual
Filtros y otros equipos de tratamiento del agua: Se comprobará su correcto funcionamiento.	Mensual
Abrir los grifos y duchas de instalaciones asociadas no utilizadas, dejando correr el agua unos minutos.	Semanal
Estado de conservación y limpieza de la bañera o vaso: Debe comprobarse mediante inspección visual que no presenta suciedad general, desperfectos o incrustaciones.	Diario
Equipos de desinfección del agua: Comprobar su correcto funcionamiento.	Diario

En general, se revisará el estado de conservación y limpieza, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, algas y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación.

Se revisará también la calidad físico-química y microbiológica del agua del sistema determinando los siguientes parámetros:

Determinaciones Físico-Químicas

PARÁMETRO	VALOR LÍMITE	FRECUENCIA
Cloro residual libre	2-4 mg/l	dos veces/día (1)
Bromo	4- 6 mg/l	
Cloro total	máximo 0,6 mg/l sobre el nivel de cloro libre determinado	
Cobre	≤ 1 mg/l	
Plata	≤ 10 µ/l	
Acido isocianúrico	≤ 75 mg/l	
Ozono residual	0 mg/l	
Biguanidas	25-50 ppm	
Otros desinfectantes	Según especificaciones técnicas de fabricantes	
Caracteres organolépticos(color y olor)	Ligeros y característicos de los tratamientos empleados o de su procedencia natural	mensual
pH	6,5 - 8,5	dos veces/día
Turbidez	≤ 1 UNF (Unidades Nefelométricas de Formazina)	mensual
Amoniaco	≤ 1 mg/l	semestral
Nitratos	≤ 50 mg/l	semestral
Conductividad	≤ 800 microS cm ⁻¹ de incremento sobre el agua de llenado (2)	mensual
Oxidabilidad al permanganato	≤ 3mg O ₂ /l de incremento sobre el agua de llenado	semestral

(1) Se analizará el desinfectante utilizado.

(2) En el caso de que se utilicen sistemas de tratamientos que modifiquen la conductividad se valorarán los límites máximos.

Determinaciones microbiológicas

PARÁMETRO	VALOR LÍMITE	FRECUENCIA
Recuento total de aerobios a 37 °C	≤ 200 UFC/ml	mensual
Coliformes totales	≤ 10UFC/100 ml	mensual
Pseudomona Aeruginosa	ausencia/100 ml	mensual
Escherichia coli	ausencia/100 ml	mensual
Estreptococos fecales	ausencia/100 ml	mensual
Legionella spp (1)	ausencia/100 ml	semestral

(1) Especificar periodicidad según Evaluación de Riesgo. En instalaciones especialmente sensibles en hospitales, residencias de ancianos, balnearios, etc. la periodicidad mínima recomendada es trimestral). Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección.

Se realizarán al menos dos controles diarios de nivel de desinfectante y pH, cuyos resultados deberán ser anotados en el registro de mantenimiento.

Programa de tratamiento del agua y productos

Este programa incluirá productos, dosis y procedimientos, así como introducción de parámetros de control físicos, químicos y biológicos, los métodos de medición y la periodicidad de los análisis.

Para el tratamiento del agua podrá utilizarse cualquier producto de los homologados para piscinas por la autoridad sanitaria competente.

La utilización de productos químicos se adecuará a la legislación vigente sobre notificación de sustancias y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados.

La adición de desinfectante o cualquier otro aditivo autorizado, se realizará mediante dosificación automática o semiautomática, nunca manual, salvo emergencia, y en este caso, en ausencia de bañistas.

En caso de utilizarse métodos físicos para la desinfección, siempre deberá adicionarse un desinfectante que mantenga efecto residual.

Programa de limpieza y desinfección

Este programa debe asegurar que la instalación funcione en condiciones de seguridad, estableciendo claramente los procedimientos, productos a utilizar y dosis, precauciones a tener en cuenta y la periodicidad de cada actividad

BAÑERAS SIN RECIRCULACIÓN DE USO INDIVIDUAL

Se establece, en general, una limpieza y desinfección de acuerdo a la siguiente tabla:

Limpeza y desinfección	Periodicidad
Vaciado y limpieza de las paredes y fondo de la bañera.	Después de cada uso
Vaciado, limpieza, cepillado y desinfección del fondo y paredes del vaso al finalizar la jornada.	Diariamente
Desmontar, limpiar y desinfectar los difusores, como grifos y duchas, se limpiarán a fondo con los medios adecuados que permitan la eliminación de incrustaciones y adherencias y se sumergirán en una solución que contenga 20mg/l de cloro residual libre, durante 30 minutos, aclarando posteriormente con abundante agua fría; si por el tipo de material no es posible utilizar cloro, se deberá utilizar otro desinfectante. Los elementos difíciles de desmontar o sumergir se cubrirán con un paño limpio impregnado en la misma solución durante el mismo tiempo.	Semestral
Limpeza y desinfección preventiva del total de elementos, conducciones, mezclador de temperatura, vaso, difusores y otros elementos que formen parte de la instalación de hidromasaje.	Anual

BAÑERAS O PISCINAS CON RECIRCULACIÓN DE USO COLECTIVO

Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones en la instalación:

- ◆ Limpieza y Desinfección de mantenimiento.
- ◆ Limpieza y Desinfección de choque.
- ◆ Limpieza y Desinfección en caso de brote.

Limpieza y desinfección de mantenimiento

Se establece, en general, una limpieza y desinfección cuya periodicidad debe de ser ajustada en función de la capacidad y del uso de la instalación de acuerdo las siguientes tablas:

Capacidad (m ³)	Periodicidad limpieza del vaso	
< 5 m ³	Diariamente vaciar y limpiar el revestimiento manualmente o con agua a presión.	
5 - 10 m ³	Dos veces por semana vaciar y limpiar el revestimiento manualmente o con agua a presión.	Diariamente limpiar revestimiento del vaso con limpia-fondos.

Para instalaciones de mayor capacidad, como las piscinas tipo "spa" se considerará la siguiente periodicidad en las limpiezas:

Capacidad (m ³)	Periodicidad limpieza del vaso	
> 10 m ³	Dos veces al año se desinfectará y limpiará el vaso manualmente o con agua a presión (coincidiendo con el vaciado).	Diariamente limpiar revestimiento del vaso con limpia-fondos.

Para la desinfección del agua si se utiliza cloro o bromo se recomienda mantener las siguientes concentraciones residuales:

Cloro libre 2,0 a 4,0 mg/l (Valor mínimo 3,0 en espacio abierto y 2,0 en cerrado).

Bromo 4,0 a 6,0 mg/l (Valor mínimo 5,0 en espacio abierto y 4,0 en cerrado).

En el caso de utilizar un biocida químico en el agua, se deberá exigir el empleo de sistemas de dosificación automática que monitoricen y ajusten un nivel de desinfectante adecuado, siendo recomendable que además registren dichos valores.

Es muy importante recordar que el pH deberá mantenerse entre 7,2 y 7,8. En el caso de estas instalaciones se ha comprobado que el pH tiende a superar estos valores por lo que debe controlarse con la misma periodicidad que el nivel de biocida.

Limpieza y desinfección de choque.

El Real Decreto 865/2003 establece una desinfección diaria con cloro o bromo hasta alcanzar en el sistema 5 mg/l recircu-

lando el agua un mínimo de 4 horas por todo el circuito, dado que la desinfección de mantenimiento en continuo para este tipo de sistemas, generalmente ya alcanza estos valores, se considera suficiente para mantener las condiciones higiénico-sanitarias y en estos casos no se considera necesaria la realización rutinaria de desinfecciones de choque.

Limpieza y desinfección en caso de brote.

Para realizar la desinfección en caso de que la instalación sea asociada a un brote, una vez la instalación se encuentre cerrada al público, se deberá añadir cloro o bromo hasta alcanzar en el sistema 15 mg/l recirculando el agua un mínimo de 4 horas por todo el circuito. Neutralizar y recircular hasta obtener los valores de cloro del régimen de mantenimiento, vaciar y limpiar los revestimientos del vaso manualmente o con agua limpia a presión, realizar el cambio de masas filtrantes. Rellenar y volver a las condiciones de uso.

Se deberá proceder asimismo, a realizar esta desinfección en el caso de obtener resultados de *Legionella sp* por encima de los valores de referencia establecidos en la sección de Criterios de valoración de resultados.

Para garantizar la eficacia del tratamiento se procederá a una nueva comprobación microbiológica aproximadamente a los 15 días del tratamiento.

En general para los trabajadores se cumplirán las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su normativa de desarrollo. El personal deberá haber realizado los cursos autorizados para la realización de operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario para la prevención y control de la legionelosis, Orden SCO 317/2003 de 7 de febrero.

Criterios de valoración de resultados

Parámetro		Valor de referencia	Actuación correctiva en caso de incumplimiento
Nivel de desinfectante en el vaso o bañera.	Cloro	Mínimo 2 mg/l Máximo 5 mg/l	Revisar el sistema de dosificación.
	Bromo	Mínimo 3 mg/l Máximo 6 mg/l	
	Otros	Según especificaciones fabricante	

Parámetro	Valor de referencia	Actuación correctiva en caso de incumplimiento
pH En el vaso o bañera	7,2 - 7,8 (según normativas y tipo de biocida)	Se determinará el valor del pH del agua a fin de ajustar la dosis de desinfectante a utilizar.
Turbidez (En el vaso o bañera 4 horas después de máxima afluencia)	0,5 NTU	Mejorar el sistema de filtración. Purgar y diluir con agua de aporte
Legionella sp	Presencia (*)	Realizar limpieza y desinfección según protocolo en caso de brote y una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días

(*) El límite inferior de detección del método de análisis debe ser igual o menor a 100 ufc/l.

Registros

Se dispondrá de un registro de mantenimiento donde se indicará:

- ◆ Las operaciones de mantenimiento realizadas donde se incluirán las revisiones periódicas, las modificaciones de piezas del sistema, etc
- ◆ Los análisis del agua realizado incluyendo, registros de biocidas diarios, resultados analíticos.
- ◆ Las fechas de paradas y puestas en marcha técnicas de la instalación, incluyendo su motivo.
- ◆ Certificados de limpieza y desinfección.



Programa de autocontrol

■ Programa de autocontrol

Los titulares de las instalaciones han de responsabilizarse de que se cumpla lo establecido en el Real Decreto 865/2003 y de que se lleven a cabo los programas de mantenimiento periódico, las mejoras estructurales y funcionales de las instalaciones, así como del control de la calidad microbiológica y fisico-química del agua, con el fin de que el funcionamiento de las mismas no represente un riesgo para la salud pública. Para ello en la legislación se refleja la necesidad de elaborar y aplicar programas de mantenimiento higiénico-sanitario adecuados a sus características en donde se incluya al menos:

- ◆ Elaboración de planos detallados → Determinación de puntos de riesgo que serán prioritarios como puntos de muestreo.
- ◆ Revisión y examen de todas las partes de la instalación → Determinación de puntos críticos, parámetros a medir, procedimientos y periodicidad.
- ◆ Programa de tratamiento del agua: Productos, dosis, procedimientos, parámetros de control físicos, químicos y biológicos, métodos de medición y periodicidad de análisis.
- ◆ Programa de limpieza y desinfección: Procedimientos, productos, dosis, precauciones y periodicidad.
- ◆ Registro de mantenimiento: Incidencias, actividades, resultados, fechas de paradas y motivo.
- ◆ Medidas especiales en caso de brote de legionelosis: Limpieza y desinfección (de choque, continuado), reformas estructurales y paralización total o parcial.

La **finalidad de estos programas de mantenimiento higiénico-sanitario** o autocontrol, ha de ser la implantación de un método basado en la prevención y eliminación de los riesgos para la salud, derivados de la presencia de legionela en el agua; de tal forma que el programa se ajuste a una instalación concreta, ya que cada una tiene características y riesgos diferentes, por lo que quizás lo enumerado de forma general en legislación para su cumplimiento, no es suficiente para disminuir de forma razonable el riesgo de contraer legionelosis.

Para la **elaboración de estos programas de mantenimiento higiénico-sanitario o autocontrol**, y alcanzar los objetivos mencionados anteriormente, se puede aplicar la metodología basa-

da en los principios del Análisis de peligros y puntos de control críticos (APPCC), que se describen a continuación. Para el establecimiento de esta sistemática se precisa de unas condiciones previas para que sea eficaz. Estos requisitos previos o prerrequisitos se establecen de manera general y constituyen una serie de subprogramas que deben elaborarse antes de decidir que puntos o controles se van a efectuar al sistema.

A. PRERREQUISITOS

En los prerrequisitos o programas de apoyo se describen instrucciones concretas de trabajo, son específicos de cada instalación y han de ser fáciles de comprender y seguir por el personal responsable de su cumplimiento.

Algunos de estos prerrequisitos son:

- ◆ Programa de revisión y mantenimiento.
- ◆ Programa de limpieza y desinfección.
- ◆ Programa de tratamiento del agua.
- ◆ Programa de formación de trabajadores.
- ◆ Otros prerrequisitos.

PROGRAMA DE REVISIÓN Y MANTENIMIENTO

Es el conjunto de actividades a desarrollar para un correcto funcionamiento de la instalación, incluyendo la revisión y examen de todas sus partes, procedimientos a seguir, periodicidad y personal responsable de su ejecución.

Un buen programa de revisión y mantenimiento ha de enumerar y justificar las actividades a realizar, así como las medidas previstas para las posibles averías que pudieran ocurrir, con el fin de evitar que problemas derivados del mal funcionamiento de la instalación puedan favorecer la proliferación y diseminación de *Legionella*.

Para su elaboración se han de tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Descripción de todos los equipos a revisar y mantener

Se ha de hacer una descripción previa de todas las partes y equipos de la instalación a revisar y mantener, incluyendo características técnicas, con el fin de que no se nos olvide ningún elemento.

Ejemplo en torres de refrigeración: marca, modelo, potencia del ventilador, año de instalación, captación del agua, existencia de depósitos previos a la instalación y/o intermedios, régimen de funcionamiento, número de circuitos, ubicación, tipo de relleno, materiales, separador de gotas...

2. Descripción de todas las actividades a realizar

Las actividades a realizar han de contemplar la revisión y examen de todas las partes de la instalación para asegurar su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza, teniendo en cuenta los aspectos relativos a la prevención y control de la legionelosis.

En el caso de torres de refrigeración y condensadores evaporativos al menos incluirán las revisiones contempladas en el Anexo 4.b del Real Decreto 865/2003 (ver página 79), del mismo modo el agua caliente sanitaria y fría (ver página 94) y los SPAS (ver página 99).

Se han de indicar los **procedimientos a seguir** en cada actividad, incluyendo modo de realizarlas, periodicidad, personal/empresa responsable y medidas a tomar en caso de incidencias.

3. Registro de actividades

Han de contar con un sistema de registro en el que se anoten las actividades efectuadas, incluyendo parte revisada o lugar, dato que se revisa o vigila, las posibles incidencias y sus medidas correctoras. Estas fichas de registro han de ir acompañadas de su guía de cumplimentación para que en caso de tener que realizar las actividades otra persona que no sea la habitual, se cumplimenten adecuadamente.

PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Es el conjunto de actividades que tiene como fin eliminar la suciedad y mantener controlada la población microbiana, minimizando el riesgo de multiplicación y dispersión de legionella.

La limpieza y la desinfección se tratan de forma conjunta pero son intervenciones distintas aunque complementarias. Una limpieza exhaustiva tiene como fin eliminar la suciedad tanto orgánica como inorgánica adherida a las superficies, eliminando así la biocapa que sirve de reservorio a legionella. Una limpieza ineficaz dejaría restos de suciedad que podrían proteger a los

gérmenes frente a la acción de los desinfectantes. Tras esta limpieza la desinfección destruye o reduce en mayor o menor medida la legionella presente en las superficies, reduciendo la carga microbiana del agua, y disminuyendo con ello las posibilidades de diseminación de la bacteria.

El programa debe incluir los siguientes aspectos:

1. Descripción de los elementos y características propias de la instalación que son fundamentales para realizar una adecuada limpieza y desinfección.

- ◆ Materiales de la instalación, como por ejemplo material de relleno y de revestimiento de la torre, acumuladores...
- ◆ Accesibilidad al interior adecuada, por existencia de boca de hombre.
- ◆ Puntos de purga suficiente.
- ◆ Piezas separables.
- ◆ Ubicación de las instalaciones susceptibles de limpieza para conocer la facilidad para ejecutarla.
- ◆ Procedencia del agua

En función de las características estructurales de la instalación, y de manera razonada, se determinará la periodicidad con la que se realizará la limpieza y desinfección general, que en ningún caso será inferior a los mínimos establecidos en el RD 865/2003.

2. Plan de limpieza y desinfección: Incluirá tanto los productos químicos a utilizar como los procedimientos a aplicar en el tratamiento de choque.

- ◆ Productos químicos a utilizar: Se recogerán datos suficientes de todos los productos químicos usados para el tratamiento del agua, independiente de la función de los mismos (anticorrosivos, biodispersante, biocida...). En el caso de productos químicos la información que debe contener será la siguiente:
 1. Nombre Comercial.
 2. Composición Química.
 3. Acción principal (biodispersantes, anticorrosivos, biocidas...).
 4. En el caso del Biocida se indicará el número de Registro en el Ministerio de Sanidad y Consumo.
 5. Se adjuntarán las Fichas Técnicas y en su caso las Fichas de Datos de Seguridad así como cualquier documenta-

ción del fabricante que recoja los criterios de dosificación del biocida.

- ◆ Procedimientos que se van a seguir para la aplicación de los productos anteriores. Se indicará:
 1. Sistema de limpieza de choque tanto si es térmico como químico (Anexos 3,4 y 5 del RD 865/2003).
 2. Periodicidad con que se va a aplicar el tratamiento.
 3. Orden de aplicación de los productos.
 4. Dosis que se va utilizar de cada uno.
 5. Tiempo de actuación.
 6. Condiciones del agua (pH óptimo).
 7. En el caso de piezas desmontables se indicará el procedimiento específico que se va a emplear para su limpieza y desinfección, que incluirá, a su vez, los puntos anteriores.

Deberá quedar suficientemente claro el procedimiento a seguir para realizar el tratamiento (productos, dosis, periodicidad, tiempos de actuación, procedimientos específicos para piezas desmontables...), de forma que cualquier aplicador sepa lo que tiene que hacer y como lo tiene que hacer sin ninguna explicación adicional.

3. Métodos para comprobar la eficacia.

Para comprobar que el tratamiento ha sido efectuado correctamente y que se han obtenido los resultados esperados, se realizará una toma de muestra para determinar Legionella, quince días después de haber realizado el tratamiento de choque. Se definirán las medidas correctoras mas adecuadas en el caso que el resultado no sea el esperado. Por ejemplo, repetir limpieza y desinfección general, valorar el cambio de biocida...

4. Registro de las operaciones realizadas.

Han de contar con un sistema de registro en el que se anoten las operaciones de limpieza y desinfección realizadas. Se incluirá al menos: **fecha** en la que se ha realizado la limpieza y desinfección, protocolo seguido, las **incidencias** producidas, las **medidas correctoras** aplicadas, **resultados obtenidos** y la **persona/empresa** que se ha encargado de realizar las mismas. En el caso de que sea una empresa contratada se adjuntará el correspondiente Certificado de acuerdo al anexo II del RD 865/2003. En el caso de que sea personal del titular de la instalación la que

realice la limpieza y desinfección, en los registros figurarán al menos los datos de los apartados de *Productos utilizados y Aplicador del Tratamiento*, del anexo II del RD 865/2003.

5. Personas que se van a encargar de realizar la limpieza y desinfección. En el caso de que lo realice una empresa (caso más frecuente) se deberá incluir :

- ◆ Nombre y dirección de la Empresa.
- ◆ Número de inscripción en el ROESP, en caso de utilización de biocidas.
- ◆ Modelo de Certificado a emitir de acuerdo con el Anexo 2 del RD 865/2003.

Esto afectará a todas las empresas implicadas tanto en el diseño del programa como en la ejecución del mismo.

6. Medidas especiales en caso de brote de legionelosis

De igual modo se especificará todo lo anterior en el caso de que sea necesario realizar un tratamiento de limpieza y desinfección en caso de brote (anexos 3.C y 4.C del RD 865/2003).

PROGRAMA DE TRATAMIENTO DE AGUA

Es el conjunto de actividades encaminadas a mantener bajo control y de forma continuada la calidad del agua de la instalación, incluyendo productos, dosis, procedimientos, parámetros de control físicos, químicos y biológicos, métodos de medición y periodicidad de análisis.

Un buen programa de tratamiento de agua ha de enumerar y justificar las actividades a realizar, con el fin de evitar que problemas derivados de un tratamiento del agua inadecuado pueda favorecer la proliferación y diseminación de *Legionella*.

El programa ha de incluir los siguientes aspectos:

1. Descripción del tipo de suministro de agua

Se ha de hacer una descripción del tipo de suministro de agua, incluyendo depósitos y sistemas de tratamiento tanto químicos como físico-químicos (filtración, descalcificación, cloración...) en caso de que los hubiera.

2. Descripción de los sistemas de tratamiento desinfectante

En el programa han de figurar datos suficientes de todos los productos químicos y/o sistemas de desinfección físicos o físico-

químicos que se van a utilizar como nombre comercial, composición química, acción principal. En el caso de que el desinfectante no sea cloro, se recogerá también el número de inscripción en el Ministerio de Sanidad y Consumo del biocida. Se adjuntarán las Fichas Técnicas y en su caso las Fichas de Datos de Seguridad así como cualquier documentación del fabricante que recoja los criterios de dosificación del biocida.

3. Persona responsable y/o empresa encargada

Ha de figurar el nombre del responsable y/o empresas responsables de realizar el tratamiento de aguas, junto con su dirección y, en caso de que no realicen los tratamientos exclusivamente con cloro, su número de inscripción en el ROESP.

4. Descripción de las actividades a realizar

En el programa ha de quedar suficientemente explicado el procedimiento para realizar el tratamiento de agua (productos, dosis, periodicidad, sistema de dosificación, tiempos de actuación), de forma que cualquier aplicador nuevo sepa lo que tiene que hacer y como lo tiene que hacer sin ninguna explicación adicional.

En caso de utilización de sistemas físicos o físico-químicos, se solicitará la documentación que permita conocer tanto su funcionamiento, con especial atención a parámetros de control, como su eficacia, recordándose que estos sistemas no están sometidos a autorización previa, pero que han de ser de reconocida eficacia.

5. Registro de las actividades realizadas

Han de contar con un sistema de registro en el que anoten las operaciones realizadas (fecha de realización, protocolo seguido, persona encargada de su ejecución...), incluyendo el control diario de biocida, así como las posibles incidencias y sus medidas correctoras.

6. Descripción de algún método para comprobar la eficacia del programa

Se describirán los métodos de eficacia del programa del tratamiento de agua. Al menos han de realizar los análisis físico-químicos y microbiológicos del agua del sistema reflejados en los apartados correspondientes.

PLAN DE FORMACIÓN DE TRABAJADORES

El personal que participe en las operaciones de mantenimiento ha de conocer el funcionamiento de las instalaciones y ser consciente de la importancia que su trabajo tiene para evitar la multiplicación y dispersión de legionella.

La prevención de la legionelosis se basa en dos aspectos fundamentales:

- ◆ Diseño higiénico de las instalaciones.
- ◆ Adecuado mantenimiento.

Con relación a este último, la formación del personal que participa tanto en el mantenimiento mecánico como higiénico-sanitario es fundamental para conseguir un buen funcionamiento de la instalación así como para evitar la proliferación masiva de legionela. Además de proporcionar conocimientos sobre la biología y la ecología de la legionela y los mecanismos de prevención y control adecuados, lo que se pretende con la formación del trabajador, es fomentar la Salud Laboral a través de un adecuado conocimiento de los productos químicos y los riesgos asociados a su uso.

El programa de formación de trabajadores ha de tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Cursos de formación

Los responsables de las instalaciones se asegurarán que todo el personal que trabaje en operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario, pertenezca a una entidad o servicio externo contratado o bien sea personal propio de la empresa titular de la instalación haya realizado y superado el correspondiente curso de formación que contenga como mínimo las materias contempladas en el anexo de la Orden SCO/317/2003, de 7 de febrero, por la que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico de las instalaciones objeto del RD 865/2003.

2. Autorización de las empresas de formación

La empresa de formación debe estar incluida en el Listado de Empresas Autorizadas para impartir Formación de la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo, o bien, debe presentar la correspondiente Resolución de

Homologación emitida por la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo.

3. Certificados de aprovechamiento

Los certificados deberán contener toda la información recogida en el Art. 5 de la Orden SCO/317/2003.

- ◆ Nombre y dos apellidos.
- ◆ Documento Nacional de Identidad.
- ◆ Centro Docente.
- ◆ Título del Curso.
- ◆ Promotor del Curso.
- ◆ Número de horas teóricas y prácticas.
- ◆ Fecha de expedición.
- ◆ Firma del Coordinador del curso o titular del centro docente.
- ◆ Sello de la entidad promotora del curso.
- ◆ Referencia a la Resolución administrativa de autorización

El personal que realice operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario realizará un curso cada cinco años que suponga una adecuación a los avances científico-técnicos.

OTROS PRERREQUISITOS

Además de los anteriores se pueden elaborar otros prerrequisitos. Todos ellos estarán debidamente documentados e incluirán como en los precedentes: instrucciones claras a seguir y específicas de la instalación, personal responsable, periodicidad, sistemas de registro, incidencias y medidas correctoras.

Entre otros destacamos:

◆ Control de proveedores y empresas

Es un conjunto de procedimientos documentados de evaluación, selección y control de proveedores y empresas. Es decir, un control de todos los productos que se están comprando y utilizando (registrados, fichas de datos de seguridad...) y un control de las diferentes empresas contratadas: mantenimiento, limpieza y desinfección, laboratorio de análisis...

◆ Buenas prácticas de manipulación

Los procedimientos de trabajo han de estar escritos con el fin de que todos los trabajadores procedan de forma correcta y uniforme.

◆ **Calibración de los aparatos de medida**

Todos los aparatos de medida (termómetros, manómetros, phímetros, ...) estarán sometidos a una verificación periódica. Ha de quedar reflejado cómo se va a hacer, quien o quienes, qué empresa y su frecuencia.

◆ **Plan de adecuación de las instalaciones**

Es importante establecer un plan de adecuación de las instalaciones para la mejor realización de los prerequisites anteriores o para mejorar las infraestructuras y disminuir los riesgos. Se incluirán los cambios a realizar y sus plazos de ejecución.

B. ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS DE CONTROL CRÍTICOS (APPCC)

El análisis de peligros y puntos de control críticos (APPCC) se basa en los siguientes principios:

- ◆ **Identificación de peligros** en cada fase del proceso, valoración de su gravedad y probabilidad de aparición.
- ◆ Aplicación de **medidas preventivas** para eliminar o disminuir el riesgo.
- ◆ Determinar los puntos/procedimientos/fases que puedan controlarse para eliminar o reducir la probabilidad de aparición del riesgo: **PCC (puntos de control críticos)**.
- ◆ Determinación de **límites críticos**, que han de cumplirse e indican que el PCC está bajo control (agua sin riesgo).
- ◆ Establecer sistemas de **vigilancia** de cada PCC para comprobar que éste está bajo control.
- ◆ Aplicación de **medidas correctoras** cuando no se cumplan los límites críticos.
- ◆ **Verificación** o confirmación de que el sistema de autocontrol funciona correctamente: revisión de documentación, análisis de agua...
- ◆ **Registro** y archivo de datos relativos a la aplicación de lo anterior.

Las **ventajas** de un sistema de autocontrol basado en el APPCC son:

- ◆ Permite identificar peligros específicos de cada sistema y adoptar medidas para garantizar la inocuidad de su funcionamiento.
- ◆ Su enfoque es preventivista.
- ◆ Método versátil y adaptable a cada empresa.
- ◆ Mayor implicación y participación activa de diferentes departamentos de la empresa.
- ◆ Exige que sea sencillo y de fácil seguimiento.

Pasos para la elaboración de programas de autocontrol

1. Constitución del equipo de trabajo.
2. Descripción de los procesos a los que se somete el agua, de las instalaciones y del uso al que va destinado el agua → **Diagramas de flujo**
3. Identificación de **peligros** en cada fase, análisis de riesgos y medidas preventivas para controlarlos.
4. Determinación de **PCC** (puntos de control críticos).
5. Establecer los **límites críticos** para cada PCC.
6. Sistemas de **vigilancia** para cada PCC.
7. **Medidas correctoras** a aplicar cuando el PCC no esté bajo control.
8. **Verificación** del sistema de autocontrol.
9. Sistema de **documentación y registro**.
10. **Programas de apoyo** (prerrequisitos).

1. CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

Es importante formar un equipo de trabajo en el que intervengan todos los sectores implicados, desde el responsable de la instalación hasta el personal de mantenimiento y el de limpieza y desinfección; ya que cada sector tiene un punto de vista diferente del funcionamiento de la instalación.

Si se trata de una fábrica que precisa del funcionamiento de la torre de refrigeración para el proceso de producción, al departamento de producción le interesa que la torre funcione correctamente un número de horas, normalmente las tareas de limpieza y desinfección se programan sin consultar con el departamento de producción, pudiéndose dar el caso de realizarse cuando la torre esté a pleno rendimiento y su parada

suponga un gran trastorno al proceso de fabricación; o bien cuando la torre vaya a estar una temporada sin funcionar y la limpieza y desinfección en ese momento no tenga sentido para la prevención de legionelosis.

Todas las actividades que afecten a la instalación deberán realizarse de forma coordinada y consensuada por los distintos sectores implicados, de modo que no existan interferencias ni incompatibilidades y se consiga el mayor rendimiento de la instalación, asegurando reducir al mínimo el riesgo de transmisión de Legionella.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO → DIAGRAMAS DE FLUJO

El equipo de trabajo ha de describir detalladamente todos los procesos a los que se somete el agua y uso al que va destinada, teniendo en cuenta:

- ◆ **Origen del agua** del que se abastece la instalación, tanto sea una torre de refrigeración o equipos análogos como agua fría y caliente sanitaria. Puede proceder de un pozo autorizado o no para abastecimiento de agua potable, o bien de la red de abastecimiento municipal. En caso de proceder de un pozo, conocer las dimensiones, materiales y características físico-químicas y microbiológicas del agua de abastecimiento.
- ◆ **Tratamiento o depuración del agua de origen.** En caso de ser un abastecimiento propio se detallarán los procedimientos de depuración, si existen: Desbaste, tamización, aireación, sedimentación-flotación, coagulación- floculación, ablandamiento y desinfección (filtración, calor, ultravioleta, radiaciones, desinfección química).
- ◆ **Descripción de los equipos:** características técnicas, acumuladores, funcionamiento, materiales, bombas, válvulas, red de distribución del agua, grifos, ubicación, depósitos intermedios, temperaturas a las que se somete el agua, planos...

Ejemplos:

Datos técnicos y descripción de torres de refrigeración y equipos análogos: número, marca, modelo, potencia del

ventilador, año de instalación, captación del agua, existencia de depósitos previos a la instalación y/o intermedios, régimen de funcionamiento (Continuo, todas las semanas, al menos, un día; estacional, exclusivamente aire acondicionado; intermitente, periódico, con paradas de más de una semana: irregular), ubicación (polígono, casco urbano, situación, altura en metros, distancia en horizontal a vía pública, tomas de aire y ventanas en metros).

Agua caliente sanitaria: Nº usuarios, período de funcionamiento (todo el año, temporada), abastecimiento de agua (Canal de Isabel II, red municipal, abastecimiento propio, otros), planos de la red, sistema de producción de calor (interacumuladores, placas, otros), depósito acumulador y circuito de retorno, sistema de purga en depósito acumulador, tramos ciegos en la red, temperaturas, materiales de construcción, bombas, válvulas, equipos difusores (grifos, duchas)...

- ◆ **Descripción del proceso y elaboración de diagramas de flujo.** Con la elaboración de diagramas de flujo se pretende representar todos los procesos a los que se somete el agua, de forma que facilite la identificación y control de peligros potenciales. A continuación se recogen algunos modelos:

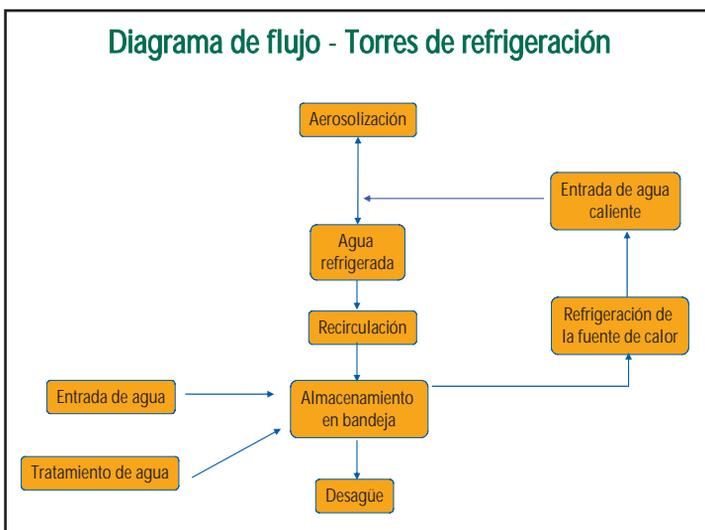


Diagrama de flujo - Bañeras de hidromasaje

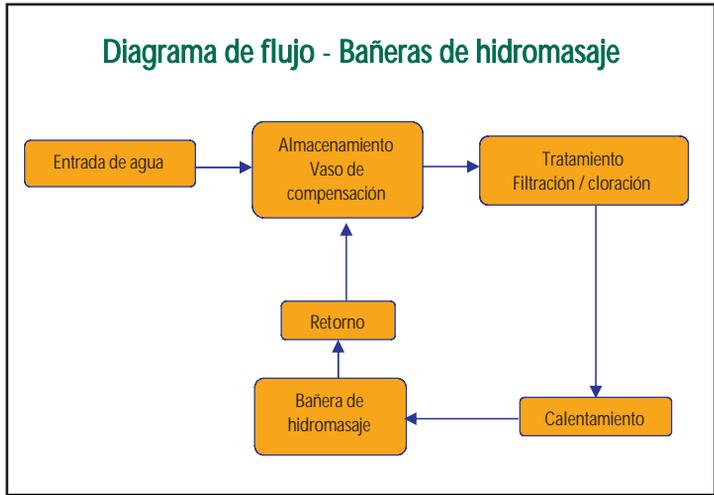
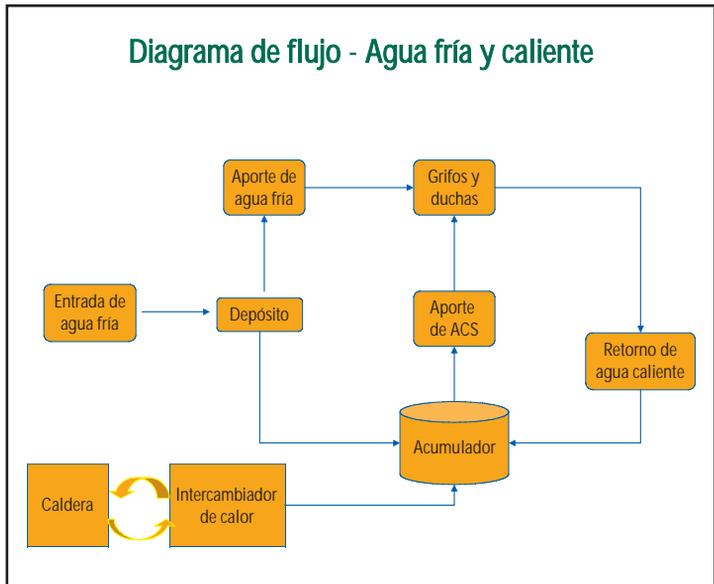


Diagrama de flujo - Agua fría y caliente



3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS EN CADA FASE, ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS PARA CONTROLARLOS

La aparición de un brote de legionelosis debido al funcionamiento de las instalaciones es nuestro principal peligro a evitar o disminuir. A su vez, podemos identificar dentro de éste **tres peligros**: la entrada de legionela en el circuito, su multiplicación y su dispersión en forma de aerosoles. La probabilidad de aparición de estos peligros dependerá de una serie de factores propios de cada instalación., por lo que se ha de analizar la contribución de estos factores en cada etapa definida en el diagrama de flujo.

A continuación se va a hacer un **análisis de riesgos** de algunos de estos factores contribuyentes, para que pueda servir de guía.

3.1. Análisis de riesgos

◆ Entrada de legionela en el circuito:

La entrada de legionela en las instalaciones dependerá del tipo de **captación de agua** y de las características de los **depósitos** de almacenamiento de agua, en caso de haberlos.

Captación del agua

Menor riesgo	Mayor riesgo
Red municipal de agua potable de consumo humano.	Captación propia (especialmente si es de aguas superficiales) y no tratada adecuadamente.
Aguas no agresivas.	Aguas agresivas con pH ácido, que pueden favorecer la corrosión.
Aguas no incrustantes.	Aguas incrustantes (duras, alcalinas), que pueden favorecer la formación de incrustaciones.
El agua se mueve constantemente por tuberías y balsas.	El agua queda estancada por funcionamiento discontinuo de la instalación, existencia de ramales muertos, by-pass, bombas de reserva...

Depósitos

Menor riesgo	Mayor riesgo
No existencia de depósitos.	Existencia de depósitos (agua estancada).
Depósitos con un mantenimiento, limpieza y desinfección adecuado, posibilidad de vaciado completo, recubiertos con resinas o esmalte vitrificado, interior accesible, estancos y aislados.	Depósitos en mal estado, con lodos, oxidaciones, materia orgánica, con zonas de estancamiento, sin recubrimiento, interior no accesible para su limpieza, no estancos y no aislados de focos de contaminación.
Renovación diaria de agua.	Depósitos sobredimensionados, renovación insuficiente.

◆ Multiplicación de legionela:

Una vez que entre legionela en la instalación, ésta se ha de multiplicar y para ello es necesario que concurren determinadas condiciones de temperatura del agua, estancamiento y presencia de nutrientes, condiciones relacionadas con la **estructura y mantenimiento**.

Estructura

a) Torres de refrigeración y condensadores evaporativos

Menor riesgo	Mayor riesgo
Materiales resistentes a la acción de aguas agresivas y productos químicos para la limpieza y desinfección y que no favorezcan la formación de biocapa (PVC, polibutileno, polipropileno, polietileno de alta densidad).	Materiales no resistentes a la acción de aguas agresivas y productos químicos para la limpieza y desinfección y que favorezcan la formación de biocapa (acero galvanizado, hormigón, celulosa).
Ubicación en lugar accesible y acceso fácil a su interior para su limpieza y desinfección.	Imposibilidad de acceder a la torre y a su interior para su limpieza y desinfección.
Posibilidad de parar la torre para su inspección.	Imposibilidad de parar la torre para su inspección.
Posibilidad de realizar un drenaje completo de la balsa.	Estancamiento de agua en la balsa, drenajes incompletos.
Baja potencia y relativamente nuevas.	Alta potencia y muy antiguas.
Estado de conservación adecuado.	Estado de conservación inadecuado con oxidaciones, incrustaciones, fugas, colmatación de rellenos...
Posibilidad de realizar tomas de muestra.	Imposibilidad de realizar tomas de muestra.
Temperatura del agua de la balsa inferior a 25 °C).	Temperatura del agua de la balsa entre 25-45 °C).

b) Agua caliente sanitaria:

Acumulador/Intercambiador

Menor riesgo	Mayor riesgo
Materiales resistentes a aguas agresivas y la adición de productos químicos para la limpieza y desinfección (acero inoxidable de calidad).	Materiales no resistentes a aguas agresivas y la adición de productos químicos para la limpieza y desinfección, como el hormigón.
Temperatura de almacenamiento (>60 °C).	Temperatura de almacenamiento (<60 °C).
Accesibilidad al interior para su limpieza y desinfección.	Inaccesibilidad al interior para su limpieza y desinfección.
Materiales que no favorezcan el crecimiento microbiológico.	Materiales que favorezcan el crecimiento microbiológico (cuero, celulosa, cemento, gomas).
Intercambiador externo.	Intercambiador interno dificultando la limpieza.
Posibilidad de realizar un drenaje completo del acumulador.	Estancamiento de agua (drenajes incompletos, tramos ciegos).
Estado de conservación adecuado.	Estado de conservación inadecuado con oxidaciones, incrustaciones, fugas...

Distribución de ACS

Menor riesgo	Mayor riesgo
Existencia de planos actualizados.	Inexistencia de planos.
Materiales de tuberías resistentes a los tratamientos de limpieza y desinfección (Cu, PVC, polibutileno, polipropileno, polietileno de alta densidad, acero inoxidable de calidad).	Materiales de tuberías no resistentes a los tratamientos de limpieza y desinfección (acero galvanizado, acero galvanizado y Cu en la misma conducción).
Estanqueidad.	No estanqueidad.
No hay estancamiento de agua. Posibilidad de realizar un drenaje completo de la red.	Estancamiento de agua debido a la existencia de tramos ciegos, válvulas de corte, drenaje incompleto.
Posibilidad de parcializar zonas para facilitar las reparaciones e impedir la contaminación de tramos adyacentes.	No posibilidad de parcializar zonas.
Existencia de válvulas para toma de muestras.	No existencia de válvulas para toma de muestras.
Buen funcionamiento de la bomba de recirculación.	Mal funcionamiento de la bomba de recirculación.

Mantenimiento

Menor riesgo	Mayor riesgo
Limpieza eficaz y periódica.	Ausencia de limpieza, limpieza ineficaz o limpieza no periódica.
Programa de mantenimiento.	Ausencia de programa de mantenimiento.
Estado mecánico de conservación adecuado.	Presencia de óxidos, incrustaciones, roturas...
Estado higiénico adecuado de la instalación.	Agua sucia y con biocapa, colmatación de rellenos en torres, algas.
Desinfecciones adecuadas.	Desinfecciones inadecuadas (por tipo y cantidad de desinfectante).
Coordinación entre actividades de mantenimiento técnico y sanitario.	Falta de coordinación entre actividades de mantenimiento técnico y sanitario.
Aplicación correcta de los productos químicos que se empleen.	Uso indiscriminado de desinfectantes. Incompatibilidad de productos.
Posibilidad de medir el desinfectante residual.	Imposibilidad de medir el desinfectante residual.
Calibración de aparatos de medida periódica.	No calibración de aparatos de medida periódica.

◆ Dispersión de legionela en forma de aerosoles:

Una vez que existe legionela en nuestra instalación y se ha multiplicado, el tercer peligro que hemos de evitar es que ésta se disperse al ambiente vehiculizada por los aerosoles que se forman. Según el tipo de instalación, la dispersión de aerosoles puede ser al exterior (torres, condensadores evaporativos) o al interior de edificios (ACS, SPAS).

La mayor o menor formación de aerosoles y el mayor o menor impacto en la salud de las personas dependerá de una serie de factores relacionados con el régimen de funcionamiento, el separador de gotas, la ubicación de las torres, y los grifos y duchas.

Régimen de funcionamiento

Menor riesgo	Mayor riesgo
Régimen continuo.	Régimen discontinuo en el tiempo con paradas superiores a un mes.

Separador de gotas en torres de refrigeración

Menor riesgo	Mayor riesgo
Nivel bajo de aerosolización.	Nivel alto de aerosolización.
Separadores de alta eficiencia cuyo caudal de agua arrastrado será menor del 0,05 por ciento del caudal de agua circulante.	Separadores cuyo caudal de agua arrastrado sea mayor del 0,05 por ciento del caudal de agua circulante.
Fácil acceso para su revisión y mantenimiento.	Difícil acceso para su revisión y mantenimiento.

Ubicación de la torre de refrigeración

Menor riesgo	Mayor riesgo
Ubicación alejada de zonas urbanas, zonas de paso o de tomas de aire acondicionado.	Ubicación en zona urbana, con emisión directa de aerosoles a la vía pública o a zonas de paso, ventanas, tomas de aire a menos de 10 m en horizontal y/o menos de 2 m en altura.
Ubicación alejada de centros sanitarios, residencias de la 3ª edad o centros de inmunodeprimidos.	Próximas a centros sanitarios o residencias de la 3ª edad o centros de inmunodeprimidos.

Grifos y duchas

Menor riesgo	Mayor riesgo
Perfectamente desmontables.	No desmontables, dificultando su limpieza y desinfección.
Bajo nivel de aerosolización.	Su diseño permite la formación de aerosoles.
No existe la posibilidad de retornos del agua ya utilizada hacia el interior de la red.	Existe la posibilidad de retornos del agua ya utilizada hacia el interior de la red.
Posibilidad de realizar un vaciado de tuberías cuando no estén en uso.	Imposibilidad de realizar un vaciado de tuberías cuando no estén en uso.
Temperatura del agua en los puntos terminales superior a 50 °C.	Temperatura del agua en los puntos terminales inferior a 50 °C.
Frecuencia de uso diario de todos los puntos terminales.	Frecuencia de uso discontinua en el tiempo de todos o algunos de los puntos terminales.

3.2. Medidas preventivas para controlar los peligros

Una vez identificados los peligros potenciales, se ha de establecer que medidas preventivas podrían aplicarse para prevenir, eliminar o reducir a niveles aceptables cada uno de estos peligros.

Las medidas preventivas han de cumplir lo siguiente:

- ◆ Ha de existir al menos una por peligro identificado.
- ◆ Han de ser realmente preventivas, la toma de muestras para su análisis no es preventiva.
- ◆ Las instrucciones para su aplicación han de ser suficientes y claras.
- ◆ Una medida preventiva puede ser la realización de uno de los prerequisites o programas de apoyo.

◆ Ejemplos:

Torre de refrigeración

Etapa	Peligro	Medida preventiva
Almacenamiento del agua en la balsa.	Multiplicación de legionela.	Drenaje periódico de la balsa. Limpieza y desinfección del agua de la balsa. Dosificación de algicida, de inhibidor de la corrosión y descalcificar el agua. Dosificación de biocida.

Agua caliente sanitaria

Etapa	Peligro	Medida preventiva
Almacenamiento del agua en el acumulador.	Multiplicación de legionela.	Limpieza y desinfección del acumulador. Alcanzar una temperatura adecuada.

4. DETERMINACIÓN DE PCC

Tras listar todos los peligros, analizar la probabilidad de que estos ocurran y establecer sus medidas preventivas, se han de determinar los puntos de control críticos. Un PCC se define como "etapa en la que el control puede aplicarse y es esencial hacerlo para prevenir, eliminar o reducir a niveles aceptables un peligro".

Por ello se determinarán los puntos/procedimientos/fases que puedan controlarse para eliminar o reducir la probabilidad de aparición del riesgo: **PCC (puntos de control críticos)**. Se pueden aplicar árboles de decisiones para su determinación.

5. ESTABLECER LOS LÍMITES CRÍTICOS PARA CADA PCC

Para cada peligro se ha de establecer un límite crítico que delimite claramente cuando un PCC está bajo control o no, ha de delimitar lo aceptable de lo inaceptable y será fácil de vigilar y/o medir. Es mejor elegir límites cuantitativos (temperaturas, pH, cloro libre) que cualitativos (visuales: suciedad).

◆ Ejemplos:

Torre de refrigeración

Etapa	Peligro	Medida preventiva	Límite crítico
Almacenamiento del agua en la balsa.	Multiplicación de legionela.	Drenaje periódico de la balsa.	Presencia de suciedad.
		Limpieza y desinfección del agua de la balsa.	
		Dosificación de alguicida, de inhibidor de la corrosión y descalcificar el agua.	
		Dosificación de biocida.	2 mg/l si es hipoclorito.

Agua caliente sanitaria

Etapa	Peligro	Medida preventiva	Límite crítico
Almacenamiento del agua en el acumulador.	Multiplicación de legionela.	Limpieza y desinfección del acumulador. Alcanzar una temperatura adecuada.	Suciedad. Temperatura < 60 °C.

6. SISTEMAS DE VIGILANCIA PARA CADA PCC

Para el control de cada PCC se ha de instaurar un sistema de vigilancia que ha de incluir:

- ¿Qué se vigila? Nivel de cloro residual libre.
- ¿Quién lo vigila? Personal mantenimiento.
- ¿Cómo se vigila? Reactivos.
- ¿Cuándo se vigila? Semanal, hora del día...
- ¿Dónde se vigila? Puntos de muestreo.

◆ Ejemplos:

Torre de refrigeración

Etapa	Peligro	Medida preventiva	Límite crítico	Vigilancia
Almacenamiento del agua en la balsa.	Multiplicación de legionela.	Drenaje periódico de la balsa.	Presencia de suciedad.	Visual. Mensual.
		Limpieza y desinfección del agua de la balsa.	Presencia de suciedad.	Visual. Mensual.
		Dosificación de algicida, de inhibidor de la corrosión y descalcificar el agua.	Presencia de algas, corrosión e incrustaciones.	Visual de ausencia de algas, corrosión e incrustaciones. Mensual.
		Dosificación de biocida.	2 mg/l si es hipoclorito.	Concentración de biocida. Diario.

Agua caliente sanitaria

Etapa	Peligro	Medida preventiva	Límite crítico	Vigilancia
Almacenamiento del agua en el acumulador.	Multiplificación de legionela.	Limpieza y desinfección del acumulador.	Suciedad.	Visual. Mensual.
		Alcanzar una temperatura adecuada.	Temperatura < 60 °C.	Medición de la T° en el lugar más desfavorable. Diario.

7. MEDIDAS CORRECTORAS A APLICAR CUANDO EL PCC NO ESTÉ BAJO CONTROL

Si en la vigilancia se descubre que un PCC no está bajo control, superando los límites críticos, se han de aplicar medidas correctoras para que ese PCC vuelva a estar controlado. Las medidas correctoras han de cumplir:

- ◆ Existirá una por cada desviación del límite crítico.
- ◆ Existirá un responsable de su aplicación.
- ◆ Son adecuadas para volver a situar el PCC bajo control.
- ◆ Rápidas y sencillas.
- ◆ Instrucciones claras para su aplicación.

Torre de refrigeración

Etapa	Peligro	Medida preventiva	Límite crítico	Vigilancia	Medidas correctoras
Almacenamiento del agua en la balsa.	Multiplificación de legionela.	Drenaje periódico de la balsa.	Presencia de suciedad.	Visual. Mensual.	Vaciar, L+D. Valorar la frecuencia del drenaje.
		Limpieza y desinfección del agua de la balsa.	Presencia de suciedad.	Visual. Mensual.	Vaciar, L+D. Valorar su frecuencia.
		Dosificación de alguicida, de inhibidor de la corrosión y descalcificar el agua.	Presencia de algas, corrosión e incrustaciones.	Visual de ausencia de algas, corrosión e incrustaciones. Mensual.	Ajustar dosificaciones.
		Dosificación de biocida.	2 mg/l si es hipoclorito.	Concentración de biocida. Diario.	Ajustar dosificaciones.

Agua caliente sanitaria

Etapa	Peligro	Medida preventiva	Límite crítico	Vigilancia	Medidas correctoras
Almacenamiento del agua en el acumulador.	Multiplificación de legionela.	Limpieza y desinfección del acumulador. Alcanzar una temperatura adecuada.	Suciedad. Temperatura < 60 °C.	Visual. Mensual. Medición de la Tª en el lugar más desfavorable. Diario.	Vaciar, limpiar y desinfectar. Valorar la frecuencia del plan de L+D. Eleva Tª. Revisar la instalación.

8. VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOCONTROL

La verificación consiste en la aplicación de métodos, procedimientos, pruebas y otras evaluaciones, distintas de la vigilancia, para comprobar la adecuación y efectividad del plan de autocontrol. Para cada una de las operaciones deberá existir un responsable y cada actividad estará correctamente descrita.

◆ Ejemplos:

- ◆ Muestreos y pruebas como el análisis físico-químico y microbiológico del agua.
- ◆ Validación del plan de autocontrol.
- ◆ Auditorías del sistema APPCC.
- ◆ Calibraciones de aparatos de medida.

9. SISTEMA DE DOCUMENTACIÓN Y REGISTRO

Finalmente deberá existir un sistema de documentación y registro donde se incluyan al menos:

- ◆ Sistemas de vigilancia.
- ◆ Acciones correctoras.

- ◆ Verificación.
- ◆ Programas de apoyo: Mantenimiento, limpieza y desinfección...
- ◆ Planos, datos técnicos.

Los **registros**, por ejemplo, de las tareas de vigilancia han de incluir:

- ◆ Responsable, fecha y lugar.
- ◆ Dato que se mide o vigila.
- ◆ Frecuencia.
- ◆ Límite crítico.
- ◆ Observaciones: Incidencias, medidas correctoras.
- ◆ Guía de autocumplimiento.

Ficha de registro: ALMACENAMIENTO DEL AGUA EN BANDEJA

Lugar: Torre de refrigeración 14

Realizado por:

Ficha mensual

Límite crítico: Ausencia de suciedad, incrustaciones, algas, corrosión. Incorrecto (I). Correcto (C)

Acción correctora: Vaciar, limpiar desinfectar. Valorar frecuencia del plan de limpieza y desinfección. Ajustar dosificación de productos. Valorar plan de tratamiento.

Fecha	Suciedad	Incrustaciones	Algas	Corrosión	Medida correctora

Ficha semanal

Límite crítico: 2 mg/l de cloro libre.

Acción correctora: Vaciar, limpiar desinfectar. Valorar frecuencia del plan de limpieza y desinfección. Ajustar dosificación de productos. Valorar plan de tratamiento

Fecha	Nivel de cloro	Medida correctora

OBSERVACIONES:





Legislación

■ Legislación

Legislación

◆ Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

◆ ORDEN SCO/317/2003, de 7 de febrero, por la que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario de las instalaciones objeto del Real Decreto 909/2001, de 27 de julio.

◆ Orden 1187/1998 de 11 de junio, de la Consejería de Sanidad y Servicios Sociales de la Comunidad de Madrid, por la que se regulan los criterios higiénico-sanitarios que deben reunir los aparatos de transferencia de masa de agua en corriente de aire y aparatos de humectación para la prevención de legionelosis.

◆ Corrección de errores de la Orden 1187/1998.

◆ Real Decreto 1751/1998 por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios.

◆ Corrección de errores del R.D. 1751/1998.





Bibliografia

■ Bibliografia

Bibliografía

Consejería de Salud. Junta de Andalucía. Manual para la prevención y control de la legionelosis, aspergillosis y tuberculosis en instalaciones sanitarias. 2. Legionelosis-Prevención y control. 2002.

Consejería de Sanidad y Servicios Sociales. Comunidad de Madrid. Guía para la prevención de la legionelosis en instalaciones de riesgo. Documento Técnico de Salud Pública nº 58. 1999.

Sulzer España SA. Manual de Mantenimiento. Torres abiertas. 2000.

Torres Intercal SA. Medidas recomendables para prevenir los brotes de legionela, así como, para evitar su difusión en las torres de refrigeración.

Miranda AL y Rufes P. Torres de refrigeración. CEAC. 1997

A guide to developing risk management plants for cooling tower systems. Department of Human Services. Public Health Division. State Government Victoria. 2001. Disponible en www.legionella.vic.gov.au

Baltimore Aircoil (B.A.C.). Información técnico-comercial disponible en <http://www.baltimoreaircoil.be/index1.html>

Técnicas Evaporativas, SL. Información técnico-comercial disponible en <http://www.teva.es/>

Millán JA. Torre de refrigeración. Dto. de Máquinas y Motores Térmicos. Universidad del País Vasco. Disponible en: <http://scsx01.sc.ehu.es/nmwmigaj/presentacion1.htm>

Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, sobre criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. BOE núm. 171, 18/7/2003.

Boletín Oficial del Estado. Orden SCO/317/2003, de 7 de febrero, por la que se regula el procedimiento para la homolo-

gación de los cursos de formación del personal que realiza operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario de las instalaciones objeto del RD 909/2001, de 27 de julio. BOE núm. 44, 20/2/2003.

Sánchez Pineda de las Infantas MT. Ingeniería de las instalaciones Térmicas Agroindustriales. Universidad de Córdoba. 1998.

Guía Práctica recomendada para mantener su sistema de enfriamiento eficiente y seguro. Eurovent 9/5. Segunda Edición. 2002.

Paredes LE, Alba MA. Prevención de Riesgos laborales. Actuación en empresas susceptibles de ser colonizadas por legionella y evaluación del riesgo biológico en los puestos de trabajo que mantienen dichas instalaciones.

Legionelosis. Medicina Clínica. Volumen 119. Suplemento 2 - 2002. Ediciones Doyma S.L.

Standard Ashrae. Minimizando el Riesgo de Legionelosis asociado a las Instalaciones de Agua del Edificio. Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento de Aire. Guía 12-2000 de ASHRAE. Traducción Iñaki Morcillo.

Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura. Direcció General de l'Esport. La depuració del aigua de les piscines. Equipaments sportius. Full tècnic nº 18. 2000.

Ministerio de Sanidad y Consumo. Guías Técnicas para la prevención de la legionelosis en instalaciones de riesgo: Sistemas de Agua Caliente Sanitaria. Agua fría de Consumo Humano. Torres de refrigeración y condensadores evaporativos. Sistemas de agua climatizada con agitación constante y recirculación a través de chorros de alta velocidad o inyección de aire.

AENOR. Norma UNE 100030:2005 IN. Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones. 2005.

Santa Marina L y cols. Guía Práctica para el diseño del plan de autocontrol de legionella. Departamento de Sanidad. Gobierno Vasco. 2002.

Guía para el diseño e implantación de un Sistema HACCP y sus prerequisites en las empresas alimentarias. Documentos

Técnicos de Salud Pública. Nº 79. Instituto de Salud Pública. Comunidad de Madrid. 2003.

Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS). Recomendaciones sobre depósitos de agua potable. 1990.

Dègremont. Manual técnico del agua. 1979. 4ª Edición.

Rodier J. Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar: Química, fisicoquímica, bacteriología, biología. Ediciones Omega. 1998.

Martí JM y cols. Tratamiento de Aguas. Stenco. 3ª Edición. 2004.

Manual para el autocontrol y gestión de abastecimientos de agua de consumo público. Documentos de Sanidad Ambiental. 2004. Instituto de Salud Pública. Consejería de Sanidad y Consumo. Comunidad de Madrid.

Control de Riesgo Químico de sustancias y preparados peligrosos. Manual de Buenas prácticas. Documentos de Sanidad Ambiental. 2004. Instituto de Salud Pública. Consejería de Sanidad y Consumo. Comunidad de Madrid.





Direcciones de interés

■ Direcciones de Interés

Direcciones
de interés

Asociación de Mantenedores de Instalaciones de Calor y Frío
(AMICYF)
C/ Recoletos 11
28001 Madrid
Teléfono: 915 756 129
Correo electrónico: amicyf@telefonica.net

Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración
(ATECYR)
Instituto Eduardo Torroja
C/ Serrano Galvache s/n
28033 Madrid
Teléfono: 917 671 355
Correo electrónico: info@atecyr.org
<http://www.atecyr.org>

Asociación Madrileña de Empresas de Desinfección (AMED)
Pº de las Delicias 96. 3º B
28045 Madrid
Teléfono: 915 301 419
Correo electrónico: amed@amed-ddd.com
<http://www.amed-ddd.com/>

Asociación Nacional de Empresas de Control de Plagas
(ANECPLA)
Edificio Hormigueras 3º Izda
Polígono Industrial de Vallecas
Carretera Villaverde a Vallecas Km 1,800
28031 Madrid
Teléfono: 913 807 670
Correo electrónico: anecpla@anecpla.com
<http://www.anecpla.com/>

Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS)

C/ Sor Ángela de la Cruz, 2 - 13ª

28020 Madrid

Teléfono: 914 490 910

Correo electrónico: aeas@aeas.es

<http://www.aeas.es>

Federación de Asociaciones de Fabricantes de Equipos y Constructores de Piscinas, Saunas y Spas (FAPS)

Gran Vía C. C., 488 Entlo. 5ª.

08015 Barcelona

Teléfono: 934 513 028

Correo electrónico: asofap@asofap.com - atep@atep.es

<http://www.faps.es/>

Servicio de Sanidad Ambiental

Instituto de Salud Pública de la Comunidad de Madrid

Dirección General de Salud Pública y Alimentación

Consejería de Sanidad y Consumo. Comunidad de Madrid.

C/ Julián Camarillo, 4b, 2ª planta

28037 Madrid

Teléfono: 912 052 250

Fax: 912 052 279

Correo electrónico: isp.sanidad_ambiental@salud.madrid.org

<http://www.madrid.org/Sanidad/Salud/index.htm> > enlace con Salud y Medio Ambiente > Legionella.



**Colección de documentos
técnicos de
salud pública**

■ **Colección de documentos
técnicos de salud pública**

Número	Título
1.	Guía para el diagnóstico y manejo del Asma.
2.	Sida y Escuela.
3.	La salud bucodental en la población infantil en la Comunidad de Madrid.
4.	El discurso de las personas ex fumadoras en torno al consumo de tabaco.
5.	Alcohol y Salud.
6.	Actualizaciones sobre Tabaco y Salud.
7.	Protocolo de actuación en brotes causados por la ingesta de alimentos.
8.	Mortalidad por cáncer en la Comunidad de Madrid, 1986-1989. Análisis geográfico.
9.	La cultura del alcohol entre los jóvenes de la Comunidad de Madrid.
10.	Estudio de actitudes, opiniones y comportamientos sexuales de los jóvenes de la Comunidad de Madrid.
11.	Discurso del personal sanitario de la Comunidad.
12.	Protocolo de actuación ante una meningitis de cualquier etiología.
13.	Residuos de plaguicidas organoclorados en alimentos de origen animal consumidos en la Comunidad de Madrid.
14.	Manual de Inmunizaciones.
15.	Recomendaciones para el control de emergencias epidemiológicas en centros escolares.
16.	La cultura del tabaco entre los jóvenes de la Comunidad de Madrid.
17.	Actitudes ante el Asma. Los asmáticos y profesionales opinan.

18. Encuesta de nutrición en la Comunidad de Madrid.
19. La cultura del alcohol de los adultos en la Comunidad de Madrid.
20. Encuesta de prevalencia de asma de la Comunidad de Madrid.
21. Protocolo de actuación ante la fiebre tifoidea.
22. Maltrato infantil: Prevención, diagnóstico e intervención desde el ámbito sanitario.
23. Factores determinantes de los hábitos y preferencias alimenticias en la población adulta de la Comunidad de Madrid.
24. Guía para realizar un análisis de riesgos en la industria.
25. Guía para la realización de Auditorías medioambientales en las empresas.
26. Guía de actuación frente a la zoonosis en la Comunidad de Madrid.
27. La influencia de los adultos en los comportamientos de los adolescentes de 14 a 16 años escolarizados en la Comunidad de Madrid.
28. Encuesta tuberculina. Comunidad de Madrid. Curso 1993-1994.
29. II Encuesta de serovigilancia de la Comunidad de Madrid.
30. Epidemiología de las enfermedades cardiovasculares en la Comunidad de Madrid.
31. Manual de buenas prácticas higiénico-sanitarias en comedores colectivos.
32. Informe sobre la salud y la mujer en la Comunidad de Madrid.
33. El VIH en las relaciones heterosexuales de alto riesgo.
34. La actividad física en la población adulta de Madrid.
35. Los accidentes infantiles en la Comunidad de Madrid.
36. Factores que determinan el comportamiento alimentario de la población escolar en la Comunidad de Madrid.
37. La diabetes del adulto en la Comunidad de Madrid.

38. Diagnóstico microbiológico de tuberculosis en laboratorios de primer orden.
39. La salud bucodental en la población anciana institucionalizada de la Comunidad de Madrid.
40. Fauna tóxica en la Comunidad de Madrid.
41. La menopausia en la Comunidad de Madrid. Aspectos sociosanitarios.
42. Dietas mágicas.
43. Guía de aplicación del sistema A.R.I.C.P.C. en establecimientos de producción y almacenamiento de carnes frescas.
44. Guía para la prevención y control de infecciones que causan meningitis.
45. Las representaciones sociales sobre la salud de los jóvenes madrileños.
46. Programa regional de prevención y control de la tuberculosis en la Comunidad de Madrid.
47. Las representaciones sociales sobre la salud de la población activa masculina de la Comunidad de Madrid.
48. Las representaciones sociales sobre la salud de los niños de 6 a 12 años de la Comunidad de Madrid.
49. Manual de buenas prácticas para el control de vectores y plagas.
50. Las representaciones sociales sobre la salud de los mayores madrileños.
51. Actitudes y creencias frente al cáncer de mama de las mujeres de 50 a 65 años de la Comunidad de Madrid.
52. La infestación por piojos.
53. Manual de mantenimiento para abastecimientos de agua de consumo público.
54. Ideas actuales sobre el papel del desayuno en la alimentación.
55. La Tuberculosis: Un problema de Salud Pública. Material docente de apoyo para profesionales sanitarios.
56. Guía de autocontrol en obradores de pastelería.

57. La mortalidad de la infancia en Madrid. Cambios demográfico-sanitarios en los siglos XIX y XX.
58. Guía para la prevención de la Legionelosis en algunas instalaciones de riesgo.
59. Anuario 1999. Sociedad Madrileña de Microbiología Clínica.
60. Actualizaciones sobre el tratamiento del tabaquismo.
61. La enfermedad celíaca
62. Programas de Salud Pública 2000.
63. Memoria 1999. Programas de Salud Pública.
64. Programa Regional de Prevención y Control de la Tuberculosis en la Comunidad de Madrid. Período 2000-2003.
65. Memoria 1.996-1.999 del Programa de Prevención y Control de la Tuberculosis en la Comunidad de Madrid.
66. Aplicación de técnicas de análisis espacial a la mortalidad por cáncer en Madrid
67. Encuesta de prevalencia de trastornos del comportamiento alimentario en adolescentes escolarizados de la Comunidad de Madrid.
68. Guía de actuación frente a las zoonosis en la Comunidad de Madrid.
69. Manual de notificación. Sistema de enfermedades de declaración obligatoria.
70. Polen atmosférico en la Comunidad de Madrid.
71. El farmacéutico agente de salud.
72. Comportamientos sexuales y medidas de prevención entre hombres que tienen relaciones con hombres.
73. Plan de eliminación del sarampión en la Comunidad de Madrid.
74. Ciudades saludables y sostenibles. Plan de salud municipal
75. Tratamiento de la pediculosis de la cabeza.
76. Programas de Salud Pública 2002.
77. Mortalidad en Vallecas.

78. Planes y Programas de Salud Pública 2003.
79. Guía para el diseño e implantación de un sistema HACCP y sus prerrequisitos en las empresas alimentarias.
80. Guía de actuación para el abordaje del tabaquismo en atención primaria del Área 3.
81. Control sanitario del Transporte de Alimentos.
82. Perfil alimentario de las personas mayores en la Comunidad de Madrid.
83. Esporas atmosféricas en la Comunidad de Madrid.
84. Estudio del mapa alimentario de la población inmigrante residente en la Comunidad de Madrid.
85. Trastornos del comportamiento alimentario: Prevalencia de casos clínicos en mujeres adolescentes de la Comunidad de Madrid.
86. La violencia contra las mujeres considerada como problema de Salud Pública. Documento de apoyo para la atención a la salud de las mujeres víctimas.
87. Memoria 2002. Programas de Salud Pública.
88. La promoción de la salud en el medio rural: Necesidades y demandas expresadas por las mujeres.
89. Las concepciones de salud de las mujeres. Informe 2000. Sistema de Información sobre salud de carácter sociocultural
90. Valoración de las necesidades sociosanitarias de las personas mayores de la Comunidad de Madrid.
91. Inmigración, Salud y Servicios Sanitarios. La perspectiva de la población inmigrante.
92. La Violencia de pareja contra las mujeres y los Servicios de Salud. Informe del estudio cualitativo.
93. Las Concepciones de Salud de los Jóvenes Informe 2004. Volumen I: Discurso sobre la Salud y la Enfermedad.
94. Las Concepciones de Salud de los Jóvenes Informe 2004. Volumen II: Prácticas y Comportamientos relativos a los hábitos saludables.

Colección
Nutrición y Salud

Número	Título
1.	La dieta equilibrada, prudente o saludable.
2.	El desayuno saludable.
3.	Nuevos alimentos para nuevas necesidades.
4.	El agua en la alimentación (próxima publicación).
5.	La alergia a los alimentos.
6.	El pescado en la dieta.
7.	El aceite de oliva y la dieta mediterránea.
8.	Frutas y verduras, fuentes de salud.

Colección
Documentos de
Sanidad Ambiental

Número	Título
	Manual para el autocontrol y gestión de abastecimientos de agua de consumo público.
	Control del riesgo químico de sustancias y preparados peligrosos. Manual de buenas prácticas.
	Guía para la prevención de la legionelosis en instalaciones de riesgo.
	Campos electromagnéticos: I. Telefonía y Salud Pública (próxima publicación).

Colección
Promoción de la
Salud de las
Personas Mayores

Número	Título
1.	Dormir bien: Programa para la mejora del sueño.
2.	La memoria: Programa de estimulación y mantenimiento cognitivo.
3.	Salud mental en el anciano: Identificación y cuidados de los principales trastornos.
4.	El anciano frágil: Detección, prevención e intervención en situaciones de debilidad y deterioro de su salud.

5. Prevención y promoción de salud en el anciano institucionalizado: La residencia como espacio de convivencia y de salud.
6. La salud bucodental en los mayores: Prevención y cuidados para una atención integral.
7. Guía de higiene integral en residencias de personas mayores.
8. Derecho a una visión en los mayores: Evitar la ceguera evitable. Prevención y cuidados para una atención integral.
9. Actividad física y ejercicio en los mayores. Hacia un envejecimiento activo.

www.publicaciones-isp.org

Página web

Manual para la prevención de la legionelosis en instalaciones de riesgo

