

Septiembre 2005

### TÍTULO

**Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones**

*Guidance for the prevention and control of multiplication and dispersion of legionella.*

*Guide pour la prévention et le contrôle de la prolifération et la dispersion de la légionelle dans les installations.*

### CORRESPONDENCIA

### OBSERVACIONES

Este informe anula y sustituye a los Informes UNE 100030 IN de octubre de 2001 y UNE 100030 IN Erratum de mayo de 2002.

### ANTECEDENTES

Este informe ha sido elaborado por el comité técnico AEN/CTN 100 *Climatización* cuya Secretaría desempeña AFEC.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 35720:2005

© AENOR 2005  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR**

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00  
Fax 91 310 40 32

26 Páginas

**Grupo 13**



**ÍNDICE**

	<b>Página</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2 NORMAS PARA CONSULTA.....</b>	<b>4</b>
<b>3 DEFINICIONES .....</b>	<b>4</b>
<b>4 GENERALIDADES.....</b>	<b>5</b>
<b>5 INSTALACIONES IMPLICADAS.....</b>	<b>6</b>
<b>6 ACCIONES PREVENTIVAS.....</b>	<b>7</b>
<b>7 ACCIONES EN CASO DE BROTE.....</b>	<b>21</b>
<b>8 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>21</b>
<b>ANEXO A (Informativo) DISTANCIA ENTRE TORRES Y CONDENSADORES EVAPORATIVOS DE TOMAS DE AIRE Y VENTANAS O PUERTAS .....</b>	<b>23</b>
<b>ANEXO B (Informativo) PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....</b>	<b>25</b>

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta guía tiene por objeto proporcionar criterios para la prevención y el control de la multiplicación y diseminación de las bacterias del género *Legionella*, conocidas como legionela, a partir de ciertas instalaciones y equipos de los edificios, con el fin de evitar el riesgo de contraer la enfermedad producida por estos microorganismos.

Con tal fin, se sugiere la adopción de las medidas adecuadas en las fases de diseño y explotación de algunos sistemas de acondicionamiento de aire y ventilación y los de preparación y distribución de agua caliente sanitaria y agua fría.

Esta guía no establece las acciones a adoptar cuando se declaren casos de legionelosis, que quedan bajo la competencia de la autoridad sanitaria y vienen especificadas en la legislación vigente<sup>1)</sup>.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

UNE-ENV 12097 – *Ventilación de edificios. Conductos. Requisitos relativos a los componentes destinados a facilitar el mantenimiento de sistemas de conductos.*

## 3 DEFINICIONES

A efectos de esta norma, se considera:

**3.1 agua fría:** Agua que se usa en las instalaciones de los edificios, que no ha sido sometida a ningún tratamiento de calentamiento, y que incluye tanto el agua para consumo humano o de consumo público, suministrada a través de la red de distribución de los sistemas de abastecimiento, como el agua no apta para consumo humano que sólo puede ser usada en algunas instalaciones.

**3.2 agua fría de consumo humano:** Es el agua para consumo humano, suministrada a través de la red de distribución de los sistemas de abastecimiento de aguas. En adelante se empleará el acrónimo **AFCH**.

**3.3 agua caliente sanitaria:** Es el AFCH que ha sido sometida a algún tratamiento de calentamiento. En adelante se empleará el acrónimo **ACS**.

**3.4 biocapa:** Conjunto de microorganismos y residuos embebido en una capa protectora que queda adherida a una superficie.

**3.5 biocidas:** Sustancias activas y 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 un control sobre cualquier organismo nocivo por medios químicos o biológicos. Dentro de los biocidas están los desinfectantes, productos que inhiben el crecimiento de las algas y evitan la fijación y crecimiento en las superficies de ciertos microbios, formas animales o vegetales, etc.

**3.6 brote:** La ocurrencia de más de un caso de legionelosis en un área geográfica determinada y en un período de tiempo, con sospecha de un origen común.

**3.7 control:** Proceso que incluye la adopción de las medidas pertinentes para solucionar un problema.

**3.8 desinfectante:** Biocida, sistema físico o físico-químico que destruye o inactiva irreversiblemente microorganismos patógenos.

---

1) En la actualidad la legislación vigente es el 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.

**3.9 incrustaciones:** Adherencias, fundamentalmente de sales de calcio y magnesio, que se forman en las superficies de las instalaciones en contacto con agua de carácter incrustante.

**3.10 monitorización:** Medición repetida para conocer si se han producido cambios a lo largo del tiempo; sinónimo de “vigilancia” o “seguimiento”.

**3.11 Legionella:** Género de bacterias aeróbicas que se encuentra en aguas naturales y artificiales.

**3.12 Legionella pneumophila:** Especie de *Legionella* considerada el patógeno principal del género.

**3.13 legionelosis:** Enfermedad producida por la exposición a legionela.

**3.14 prevención:** Conjunto de acciones o medidas adoptadas o previstas con el fin de evitar o disminuir los riesgos.

**3.15 sistema físico o físico-químico:** Sistema que, por mecanismos distintos a los únicamente químicos, está destinado a contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control sobre cualquier organismo nocivo.

#### 4 GENERALIDADES

La legionela es una bacteria que se halla en medios acuáticos naturales y que ha encontrado un hábitat muy adecuado en sistemas de agua creados por el hombre, que actúan como amplificadores y propagadores de la bacteria. Si se dispersa en el aire y penetra en el sistema respiratorio, puede producir infecciones en el hombre.

La infección por legionela, o legionelosis, se presenta en forma de neumonía, o enfermedad del legionario, que puede producir cuadros graves, o en forma de fiebre de Pontiac, que es una infección no neumónica, con síntomas parecidos a la gripe y de características leves.

Con objeto de explicar el fundamento de las actuaciones propuestas en esta guía, se detallan las condiciones que se tienen que cumplir para que la bacteria infecte al ser humano:

**a) Penetración de la bacteria en el circuito de agua:** Es necesario que los microorganismos tengan una vía de entrada al sistema. Esto suele producirse por aporte de aguas naturales contaminadas por la bacteria, aún en pequeñas cantidades. El AFCH suministrada a los usuarios debe tener una concentración mínima de cloro residual que garantice su inocuidad bacteriológica. Sin embargo, pese a ello, puede tener cantidades muy pequeñas de legionela, sin que en esas condiciones, el agua pueda originar casos de legionelosis.

Por otra parte, sobre las paredes interiores de los sistemas de agua suele formarse una biocapa que actúa como reserva importante de la legionela, desde la que puede pasar al agua.

**b) Multiplicación de la bacteria en el agua:** Para que se pueda producir la infección en el hombre, es necesario que el microorganismo se multiplique en el agua hasta alcanzar una concentración elevada. La multiplicación de la bacteria es función de la temperatura del agua, de su contenido en otros microorganismos (amebas, algas, etc.), materia orgánica e inorgánica, que están relacionados con la suciedad y el estancamiento de la misma.

La temperatura del agua para que se produzca la proliferación de la bacteria debe estar en el rango de 20 °C a 45 °C, y es óptima alrededor de 37 °C. A temperaturas muy bajas queda en letargo y vuelve a multiplicarse en condiciones de temperatura favorables.

A temperaturas mayores que 70 °C la bacteria muere de forma casi instantánea, pero si no se alcanza esta temperatura en el agua de todos los puntos del sistema, los microorganismos que hayan logrado sobrevivir pueden volver a multiplicarse.

También se puede producir la multiplicación de la legionela a partir de las bacterias presentes en la biocapa y en las incrustaciones, ya que éstas constituyen una barrera que impide que los biocidas puedan alcanzar a los microorganismos presentes en ella.

- c) Dispersión del agua contaminada con las bacterias en el aire:** El agua contaminada representa un riesgo solamente cuando se dispersa en la atmósfera en forma de aerosol (dispersión de pequeñas gotas de agua en el aire).

El riesgo aumenta cuando se reduce el tamaño del componente aerosolizado, porque las gotas de tamaño inferior a 5 µm pueden penetrar en los pulmones y, además, permanecen en suspensión en el aire por un largo período de tiempo.

El tamaño de las gotas va disminuyendo en el tiempo por evaporación, fenómeno que depende de las condiciones termohigrométricas del aire y de la velocidad del viento.

- d) Exposición de los individuos:** El riesgo de que se produzca la enfermedad depende de la susceptibilidad de las personas expuestas y de la intensidad de la exposición, es decir, de la concentración de legionela en el aerosol y de la duración de la exposición.

Las personas más susceptibles son personas de edad avanzada, fumadores, las que tienen problemas inmunitarios y otras enfermedades crónicas, etc.

En resumen, la magnitud del riesgo de contraer la enfermedad a partir de una instalación va a depender de una combinación de factores, entre los que se pueden citar:

1. Presencia, tipo y concentración de legionela en la instalación.
2. Formación de aerosoles y localización de la fuente productora del aerosol con relación a la presencia de personas.
3. Duración de la exposición.
4. Cantidad de personas expuestas al aerosol y susceptibilidad de las mismas (edad y estado de salud).
5. Condiciones de la instalación: temperatura del agua, grado de limpieza, mantenimiento, antigüedad, existencia de fondos de saco, etc.
6. Existencia de vientos dominantes que dirijan el aerosol a zonas transitadas, ventanas y tomas de aire.

## 5 INSTALACIONES IMPLICADAS

Las instalaciones que pueden ser fuentes de contaminación son las siguientes:

### 5.1 Instalaciones de mayor riesgo:

- a) Torres de refrigeración y condensadores evaporativos.
- b) Instalaciones de agua caliente para usos sanitarios con volumen de acumulación de capacidad mediana y grande.
- c) Piscinas, vasos o bañeras de agua climatizada con agitación, a través de chorros de agua o inyección de aire.

### 5.2 Instalaciones de menor riesgo:

- a) Instalaciones interiores de agua fría para consumo humano.
- b) Instalaciones de agua caliente sanitaria de pequeño volumen de acumulación.

- c) Aparatos de enfriamiento, diabático o adiabático, de humectación o de lavado de aire por pulverización.
- d) Fuentes ornamentales.
- e) Instalaciones de riego por aspersión.

## 6 ACCIONES PREVENTIVAS

Las acciones preventivas se basan en dos tipos de actuaciones, las que reducen la probabilidad de multiplicación de la bacteria (mantenimiento de las condiciones de diseño, limpieza y desinfección) y las que reducen la probabilidad de su dispersión en zonas ocupadas (control del vertido de los aerosoles). Se deben llevar a cabo en dos fases:

- 1) Durante la fase de diseño y montaje de los sistemas de edificios nuevos o la rehabilitación de edificios.
- 2) Durante la fase de explotación.

En general, es importante establecer unas estrategias de revisión del estado de las instalaciones y de evaluación de la calidad del agua, que constan, básicamente, de 4 niveles:

- 1) Establecimiento de unos parámetros como criterios de evaluación de la calidad del agua (temperatura, pH, nivel de cloro u otros biocidas, etc.) y de unos valores de referencia para los mismos.
- 2) Elección de los puntos para su medición y comprobación de que se respetan los valores establecidos.
- 3) Verificación periódica del cumplimiento de lo anterior en todos los puntos del sistema.
- 4) Mantenimiento de unos registros de estas operaciones.

Los registros deben hacerse en un libro de mantenimiento, en el que se deben detallar cronológica y específicamente todas las operaciones realizadas: revisión del estado de las instalaciones, reparaciones, verificaciones, limpieza y desinfección de las mismas; monitorización o vigilancia de calidad del agua, con anotación de los resultados analíticos y su correspondiente tratamiento, cualquier incidencia y medidas adoptadas. En cada caso, además de la fecha, se deben especificar los protocolos seguidos, productos utilizados, dosis y tiempo de actuación. Los registros deben ir firmados por el responsable técnico de las tareas realizadas y por el responsable de la instalación (titular de la instalación).

### 6.1 Acciones durante las fases de diseño y montaje

**6.1.1 Criterios generales.** Los criterios que se exponen a continuación son comunes a cualquier instalación susceptible de ser contaminada por la bacteria.

- 1 Se debe evitar, en lo posible, que la temperatura del agua permanezca en el intervalo entre 20 °C y 50 °C. Para ello es necesario aislar térmicamente equipos, aparatos y tuberías.
- 2 Se señala la necesidad de seleccionar materiales que resistan la acción agresiva de los biocidas y desinfectantes en las dosis aplicadas, con el fin de evitar la formación de productos de la corrosión.

Para el sellado de uniones debe evitarse el empleo de materiales que favorezcan el desarrollo de bacterias y hongos (cueros, materiales celulósicos y ciertos tipos de gomas, masillas y plásticos).

- 3 Se debe prevenir la formación de zonas de estancamiento del agua, como tuberías de desviación, equipos y aparatos en reserva, tramos de tuberías con fondo ciego, etc.

En particular, los equipos y aparatos en reserva deben aislarse mediante válvulas de corte de cierre hermético y deben estar equipados de una válvula de drenaje situada en el punto más bajo.

- 4 Todos los equipos y aparatos deben ser fácilmente accesibles para la revisión, mantenimiento, limpieza, desinfección y toma de muestras.
- 5 Las redes de tuberías deben estar dotadas de válvulas de drenaje en todos los puntos bajos. Los drenajes se deben conducir a un lugar visible y estar dimensionados para permitir la eliminación de los detritos acumulados.
- 6 Las bandejas de recogida de agua de las baterías de refrigeración deben estar dotadas de fondos con fuerte pendiente (de más del 1%) y de tubos de desagüe dotados de sifón de cierre hidráulico de altura igual a la depresión creada por el ventilador, con un mínimo de 5 cm, y conexión abierta a la red de saneamiento. Deben tomarse las medidas necesarias para evitar que el sifón queda seco.
- 7 Durante la fase de montaje debe evitarse la entrada de materiales extraños en los circuitos de distribución. En cualquier caso, los circuitos deben someterse a una limpieza a fondo antes de su puesta en servicio.

Además, se deben adoptar los criterios particulares de diseño que se describen en los siguientes apartados.

**6.1.2 Instalaciones de ACS y AFCH.** Estas instalaciones son generalmente muy extensas y ramificadas y sufren con frecuencia modificaciones. Deben existir planos de toda la instalación, recogidos en el libro de mantenimiento, que se actualizará con cada modificación.

**6.1.2.1 Agua caliente sanitaria (ACS).** Los requisitos que siguen están especialmente indicados para las instalaciones de agua caliente sanitaria con sistemas de preparación centralizados dotados de depósitos de acumulación, al servicio de edificios destinados a hospitales, clínicas, hoteles, residencias, balnearios, viviendas, cuarteles, cárceles, complejos turísticos, deportivos o dedicados al ocio, y cualquier otro edificio de uso similar.

- 1 La temperatura de distribución no debe ser nunca menor que 50 °C en el punto más alejado del circuito o en la tubería de recirculación a la entrada de los depósitos acumuladores.

Esto significa que la temperatura mínima de almacenamiento deberá ser en todo momento igual a 50 °C más la caída de temperatura por pérdidas de calor en el circuito, más el diferencial de temperatura inherente al sistema de control.

- 2 El sistema de calentamiento debe ser capaz de elevar la temperatura del agua hasta 70 °C o más para su desinfección.

La figura 1 muestra un esquema de preparación de ACS con mezcla, en el que se supone que el agua se almacena a 70 °C. En ella puede verse cómo la incorporación de una válvula de tres vías con control todo-nada facilita el tratamiento de choque térmico.

La figura 2 muestra un esquema en el que el agua se distribuye a la misma temperatura de almacenamiento.

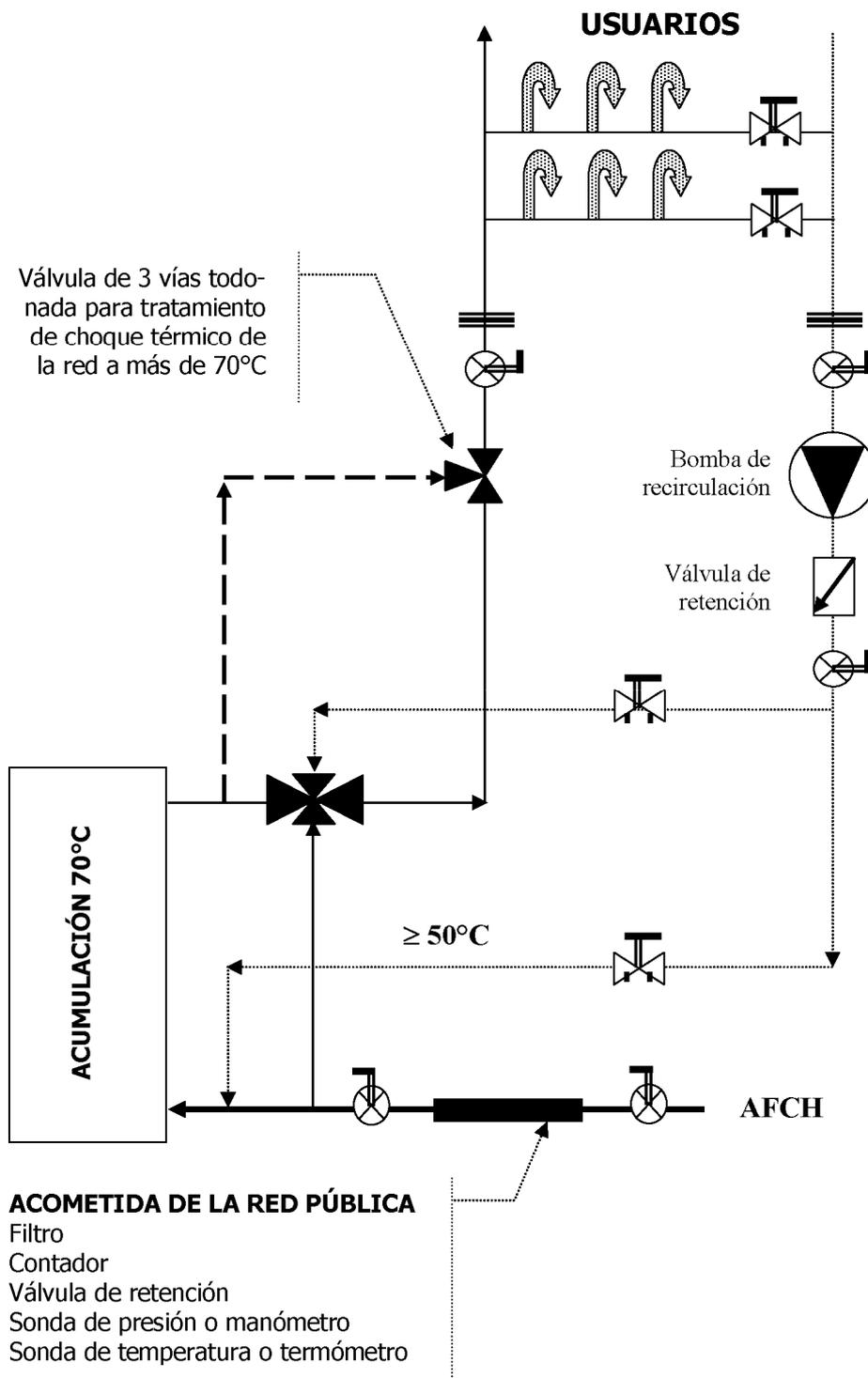


Fig. 1 – Esquema de preparación de ACS con mezcla

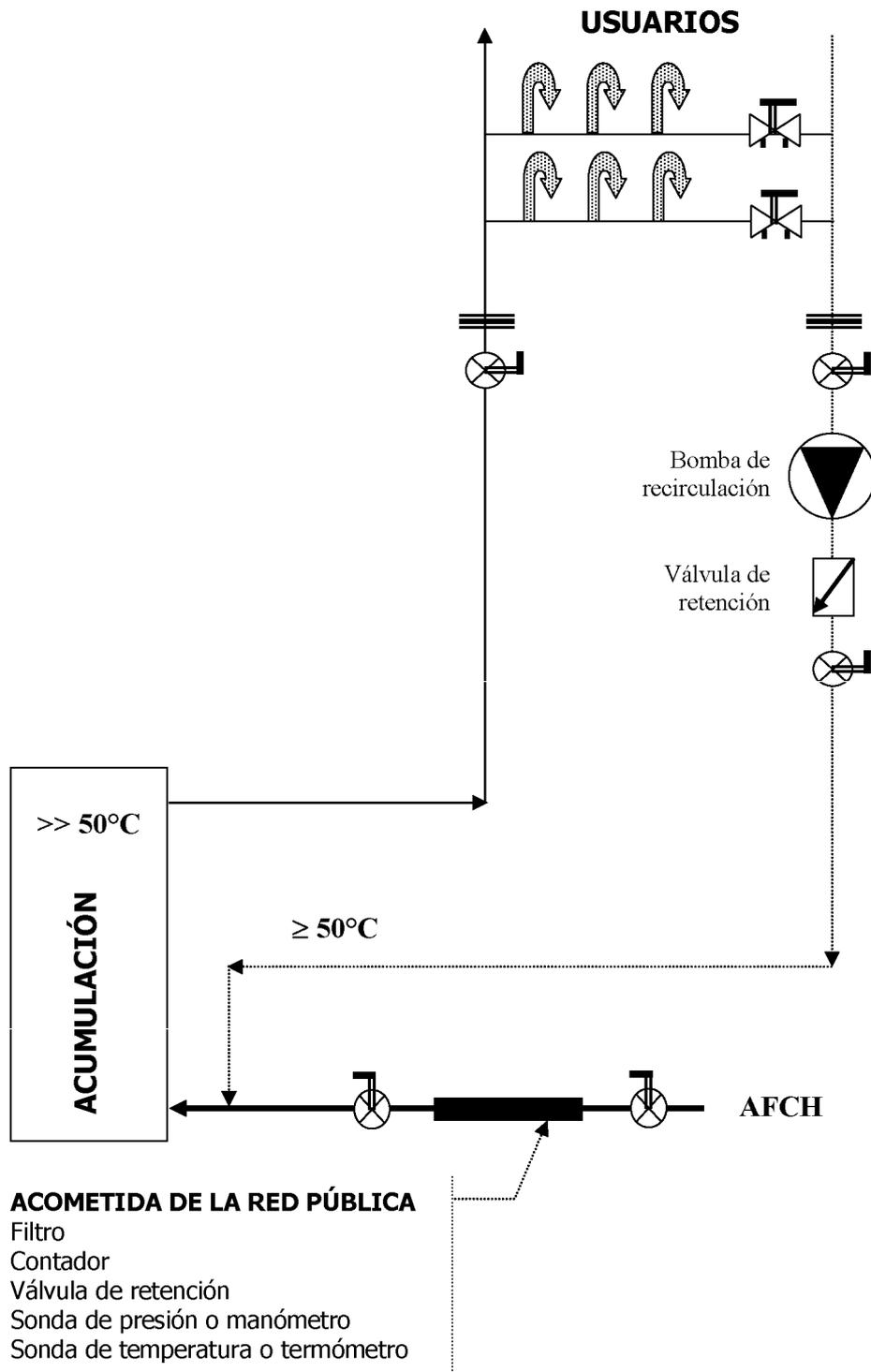
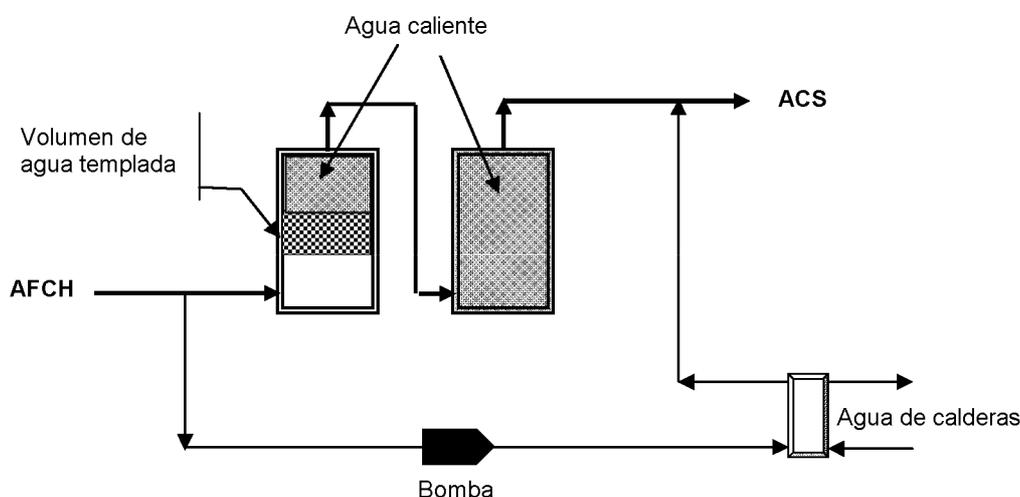


Fig. 2 – Esquema de preparación de ACS sin mezcla

- 3 Los depósitos deben estar fuertemente aislados para evitar el descenso de la temperatura hacia el intervalo de máxima proliferación de la legionela.
- 4 Los depósitos deben estar dotados de una boca de registro para la limpieza interior y de una conexión para el acoplamiento de una válvula de vaciado.
- 5 Cuando se trate de sistemas de acumulación de gran volumen, se recomienda que el intercambiador de calor esté situado fuera del depósito de acumulación con el fin de facilitar las operaciones de limpieza de ambos. El intercambiador debe ser preferentemente del tipo de placas.

Con el fin de reducir la región del agua que se mantiene a una temperatura intermedia entre el agua fría y el agua caliente (fenómeno denominado *termoclino*), donde la legionela se puede multiplicar, la conexión de los depósitos debe hacerse en serie, de la manera indicada, de forma esquemática, en la figura 3.



**Fig. 3 – Disposición en serie de los depósitos acumuladores de ACS**

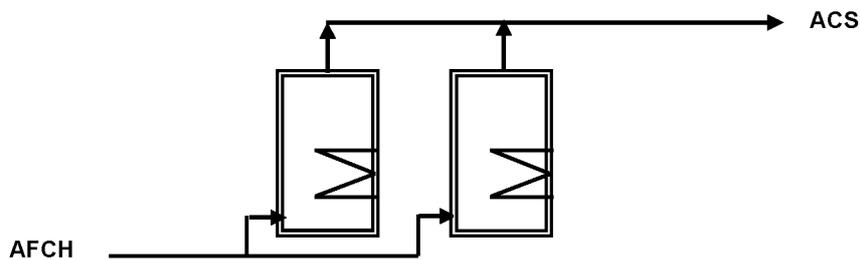
Los depósitos deben tener una elevada relación entre altura y diámetro y deben ser instalados verticalmente, con el fin de reducir el volumen de agua a temperatura intermedia.

La circulación del agua calentada en el intercambiador tiene lugar en sentido contrario a la circulación provocada por la demanda de agua caliente, desde el fondo del depósito a la parte alta del mismo o, si hay más de un depósito en serie, desde el fondo del primero a la parte alta del último.

La velocidad del agua a la entrada de los depósitos acumuladores debe ser suficientemente baja, de manera que las fuerzas gravitacionales predominen sobre las fuerzas de inercia (número de Froude menor que uno).

- 6 En sistemas dotados de los llamados “interacumuladores”, de pequeño volumen de almacenamiento, el intercambiador puede estar situado en el interior del depósito, siempre que el fabricante garantice el acceso a todas las partes interiores y emplee materiales que impidan la adherencia de la suciedad y de las formaciones calcáreas.

Estos depósitos deben instalarse en paralelo sobre el circuito de agua sanitaria (véase la figura 4), dada la elevada potencia del intercambiador y, por tanto, el corto tiempo de preparación. El fenómeno de la estratificación sólo puede producirse cuando no exista aportación de calor.



**Fig. 4 – Disposición en paralelo de los depósitos acumuladores de ACS**

- 7 Cuando se empleen sistemas de preparación de ACS con fuentes de energía de baja temperatura (solar, bomba de calor, etc.), la acumulación de esta energía se hará aguas arriba del sistema de apoyo, de manera que el agua alcance la temperatura mínima indicada en los párrafos 1 y 2 de este apartado.
- 8 Los materiales en contacto con el agua deben ser capaces de resistir la acción alternada de la temperatura y de los desinfectantes.
- 9 La red de retorno de agua caliente sanitaria constituye, de por sí, un riesgo de multiplicación de la legionela por su capacidad de acumulación del agua. Puede ser sustituida por un sistema trazador de las tuberías de impulsión (*tracing*), que asegure una temperatura mínima de 50 °C en toda la red.
- 10 La tubería de acometida de agua a la cabeza difusora y la misma cabeza deben quedar vacías cuando las duchas o grifos no estén en uso.

**6.1.2.2 Agua fría para consumo humano (AFCH).** Tanto la red de tuberías como los eventuales depósitos de la instalación de AFCH pueden ser una fuente de contaminación cuando se den las condiciones de temperatura, estancamiento y acumulación de suciedad enunciadas anteriormente. Estas condiciones pueden evitarse si se adoptan medidas. Por ello:

- 1 Debe procurarse que la temperatura del agua fría no supere los 20 °C aislando térmicamente dichas partes de la instalación cuando sea necesario.
- 2 Cuando exista necesidad de acumulación de agua fría, deben instalarse dos depósitos en paralelo, por lo menos, para permitir la limpieza de uno mientras el otro, o los demás, está en servicio. En cualquier caso, los depósitos deben estar tapados para prevenir la posibilidad de entrada de materiales extraños.

La desinfección del agua es necesaria, tanto para aquellos establecimientos donde el suministro proceda de captación propia, como para aquellos en que el agua proceda de la red general, ya que, aunque el agua procedente de la red general lleve una concentración de cloro adecuada, durante el almacenamiento en un depósito el cloro libre residual se pierde y es necesaria una recloración, mediante un dosificador automático de cloro, que garantice unas adecuadas condiciones microbiológicas.

Los depósitos se dimensionarán para un volumen mínimo de almacenamiento, compatible con las circunstancias del lugar.

- 3 Los depósitos con paredes en contacto con el exterior y sometidos a calentamiento por radiación solar deben estar térmicamente aislados.
- 4 El material de los depósitos debe ser capaz de resistir la acción agresiva de los desinfectantes. En el caso del cloro, la concentración máxima previsible será entre 20 ppm y 30 ppm de cloro libre residual, durante un tiempo máximo de 3 h y 1 h respectivamente, para un agua con pH 7.

### 6.1.3 Aparatos de transferencia de masa de agua en corriente de aire

**6.1.3.1 Aparatos de humidificación, lavado y enfriamiento adiabático.** Los aparatos que presentan riesgo de proliferación de la legionela se clasifican en dos categorías:

- Aparatos que transfieren agua a la corriente de aire por contacto, sin formación de aerosol.
- Aparatos que transfieren agua a la corriente de aire mediante pulverización. El tamaño de las gotas de agua producidas, es decir, la eficiencia del aparato, depende del medio de pulverización adoptado (presión del agua, ultrasonidos, presión de aire comprimido, etc.).

Estos equipos pueden funcionar con o sin recirculación de agua, siendo la primera modalidad la más empleada.

En este caso, los equipos emplean agua que, procediendo de una bandeja, alcanza la temperatura de bulbo húmedo de la corriente de aire; el agua se ensucia con la materia contaminante transportada por el aire.

El riesgo de contraer la enfermedad por las personas expuestas se puede evitar mediante el empleo de equipos que no formen aerosoles, particularmente si funcionan sin recirculación de agua.

Para la función de humectar el aire, se recomienda el empleo de aparatos humidificadores a vapor por ebullición de agua mediante resistencias eléctricas o electrodos.

En el caso de los aparatos que funcionan mediante pulverización, los de menos riesgo son los que presentan altas eficiencias de pulverización y que usan directamente el agua de la red pública.

El aire tratado por estos equipos se introduce en los locales ocupados generalmente a través de una red de conductos o, en algunos casos, directamente. En el primer caso el riesgo es menor, ya que las paredes de los conductos actúan, en cierta manera, como separadores de gotas.

Como norma general, se recomienda adoptar las siguientes medidas:

- 1 Los aparatos que basan su funcionamiento en la formación de un aerosol deben estar equipados de un separador de gotas muy eficiente (arrastré de agua menor que el 0,05% del caudal de agua en circulación).
- 2 Es recomendable el empleo de agua directamente de la red, sin recirculación, o de agua sometida previamente a tratamiento de desinfección.

En caso de emplear agua de recirculación, se deben adoptar sistemas para la desinfección del agua y, si ésta tiene tendencia a la formación de deposiciones calcáreas o tiene propiedades corrosivas, sistemas físicos o químicos de tratamiento contra los mismos.

Se recomienda que el tratamiento químico del agua se realice en ausencia de ocupantes en el edificio.

Además, se recomienda vaciar el aparato y utilizar agua nueva cada día.

- 3 Se debe evitar la instalación de aparatos que creen un aerosol directamente en el ambiente.
- 4 En los aparatos de contacto debe evitarse el empleo de materiales orgánicos, en particular de la celulosa; se recomienda el uso de materiales cerámicos, fibras de vidrio o plásticos.

**6.1.3.2 Aparatos evaporativos para el enfriamiento de la maquinaria frigorífica.** Las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos trabajan, en general, con agua en un rango de temperatura, por lo menos durante la estación calurosa, entre 28 °C y 38 °C, favorable para la multiplicación de la legionela.

Como norma general, deben adoptarse las siguientes medidas:

1 Para disminuir el contacto de las personas con el aerosol generado por los equipos, éstos deben cumplir las siguientes condiciones:

- Los equipos deben instalarse en lugares aislados y alejados de lugares con riesgo de exposición, preferentemente en la cubierta de los edificios.
- La descarga del aerosol debe estar 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.

En el anexo A se presenta un procedimiento más adecuado para la determinación de la distancia entre descarga de un aerosol y tomas de aire o ventanas.

- Los aparatos deben situarse a sotavento de los lugares antes citados, en relación con los vientos dominantes en la zona de emplazamiento.
- Los equipos deben estar dotados de separadores de gotas de eficiencia muy elevada; el caudal de agua arrastrado será inferior al 0,05% del caudal de agua en circulación.

2 Para facilitar las labores de limpieza y mantenimiento se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Los equipos deben situarse en lugares accesibles y deben tener puertas o paneles de registro amplios y de fácil acceso.
- Sus superficies interiores deben ser lisas y sin obstáculos para facilitar las operaciones de limpieza y desinfección.
- Los paneles de cerramiento deben ser desmontables para facilitar las operaciones de limpieza y desinfección del material de relleno.
- La bandeja debe tener un pozo en el que se acumule la suciedad; el pozo debe estar equipado de válvula de vaciado. Se recomienda que la bandeja trabaje en seco, recogiendo el agua por gravedad en un tanque cerrado situado en un lugar resguardado de la intemperie (la sala de máquinas, por ejemplo).
- En el circuito existirán suficientes puntos de purga para vaciar completamente la instalación de agua y de los sedimentos acumulados.
- Los materiales del aparato deben ser resistentes a fuertes concentraciones de desinfectantes, particularmente de cloro. Se recomienda evitar el empleo de materiales basados en celulosa.

3 En los circuitos de agua en contacto con la atmósfera se recomienda, además, la incorporación de los siguientes sistemas auxiliares para la realización de un tratamiento integral en continuo:

- Un sistema de filtración para eliminar la contaminación producida por sustancias sólidas procedentes del ambiente (hojas, insectos, etc.).
- Un sistema de tratamiento químico, fisico-químico o físico con el fin de reducir la acumulación de depósitos calcáreos.
- Un sistema de tratamiento químico, fisico-químico o físico para evitar la acción de la corrosión sobre las partes metálicas del circuito.
- Un sistema permanente de tratamiento por medio de agentes biocidas o sistema físico o químico-físico.

- Un sistema de purga automática para controlar la concentración de sales en el circuito.
- Un sistema de limpieza automática de los tubos del condensador, en su caso.

Estos sistemas auxiliares deben instalarse en el caso de que las paradas de las torres y condensadores evaporativos sean inviables.

**6.1.4 Conductos para el transporte de aire.** En los conductos, en los cuales puede acumularse suciedad en zonas donde la velocidad del aire sea baja o existan turbulencias y se introduzca agua debido a la existencia de fugas en equipamientos y bombas o bien se produzcan condensaciones, hay riesgo de crecimiento de microorganismos, en particular de legionela.

Las medidas de prevención que se proponen para reducir ese riesgo son las siguientes:

- 1 Deben instalarse secciones de filtración, de eficacia adecuada al uso del edificio (clase F5, como mínimo), para todo el aire en circulación, teniendo presente la gran importancia de la contaminación por partículas en el interior de los edificios.
- 2 Se debe impedir la formación de condensaciones en el interior de los conductos mediante aplicación de aislamiento térmico, de espesor adecuado para las condiciones extremas de diseño.
- 3 Se deben utilizar, preferentemente, conductos con superficie de baja rugosidad, fabricados con materiales resistentes a la corrosión y a la acción mecánica de la limpieza.
- 4 En general, las secciones transversales circulares, ovaladas o rectangulares con esquinas redondeadas son preferibles a las rectangulares, porque se facilitan las operaciones de limpieza.
- 5 Se debe prestar atención al diseño y montaje de las redes para reducir, en lo posible, las turbulencias en los cambios de dirección o sección, derivaciones etc.
- 6 Las redes de conductos deben disponer de registros de inspección y trampillas de acceso para su limpieza, de acuerdo a las indicaciones de la Norma UNE-ENV 12097.
- 7 Todos los elementos instalados en las redes de conductos deben ser desmontables y disponer de registros de inspección.

**6.1.5 Bañeras o piscinas de hidromasaje (SPAS y JACUZZI).** Los aparatos con fines terapéuticos presentan riesgo debido a la temperatura de funcionamiento, que suele estar entre 32 °C y 40 °C, y al elevado aumento de la interfase entre agua y aire como consecuencia de la inyección de potentes chorros de agua y aire.

Además, en el caso de piscinas, el riesgo aumenta debido a la recirculación de agua.

Por ello, debe existir un sistema de cloración capaz de mantener una concentración de cloro libre residual de 2 ppm, que no podrá nunca bajar de 0,8 ppm a lo largo de todo el día (alternativamente bromo libre residual de 2 ppm a 4 ppm).

El cloro puede sustituirse por otros productos desinfectantes debidamente autorizados para este fin.

## 6.2 Acciones durante la fase de explotación

**6.2.1 Criterios generales.** Las principales actuaciones en fase de explotación consisten en la revisión, mantenimiento y limpieza periódica y esmerada de aquellas partes de las instalaciones que son susceptibles de deteriorarse o ensuciarse, con el fin de eliminar el sustrato de alimentación de la bacteria, así como la medición de los parámetros de evaluación de la calidad del agua.

Para llevarlas a cabo se elaborará un plano con todos los componentes de la instalación, donde se señalarán los puntos de muestreo del agua. Este plano se actualizará cada vez que se realice alguna modificación en la instalación.

Los criterios que se describen en este apartado son comunes a cualquier tipo de instalación.

- 1 En general, salvo en las instalaciones de AFCH y ACS, cuyo procedimiento se describe en el apartado 6.2.2, la limpieza debe efectuarse drenando el sistema, limpiándolo para eliminar las incrustaciones y otros depósitos, como el substrato biológico adherido. Para ello, se emplean productos desincrustantes, anticorrosivos, antioxidantes, biodispersantes y biocidas compatibles entre sí u otros sistemas, físicos o fisico-químicos, que produzcan los mismos efectos.

Una vez completada la limpieza, la instalación se vuelve a llenar de agua y se desinfecta con cloro (u otro desinfectante), sistema físico o fisico-químico.

Es importante resaltar que el tratamiento de desinfección del agua no es efectivo si la instalación no está o no se mantiene limpia.

Todos los vertidos deben cumplir la legislación medioambiental vigente. En particular, los derivados clorados deben ser neutralizados antes de su vertido.

Los productos químicos y los sistemas físicos o fisico-químicos empleados en la limpieza y desinfección, además de poseer reconocida eficacia, deben suponer, cuando se apliquen correctamente, riesgos mínimos tanto para la integridad y estado de las instalaciones como para la salud y seguridad de los operarios u otras personas que puedan quedar expuestas.

También como norma general, con el fin de minimizar el riesgo de legionelosis para los operarios de limpieza, es conveniente que, previamente a la misma, se haga una precloración del agua de la instalación. En todo caso, el personal de mantenimiento y limpieza debe conocer los riesgos para su salud a los que puede estar expuesto al realizar dichas operaciones y las medidas de prevención establecidas. Además, el personal debe estar provisto de los equipos de protección individual necesarios y ser adiestrado en su uso y la realización de su trabajo de manera que los riesgos para su salud y seguridad sean mínimos, de acuerdo a la legislación laboral vigente<sup>2)</sup>. En el anexo B se detallan recomendaciones para la prevención de los riesgos laborales.

Cuando para la desinfección se utilice cloro, ya sea en forma de hipocloritos u otros compuestos, hay que tener en cuenta que su acción biocida depende del pH del agua, siendo máxima a pH neutro o menor que 7,0 y disminuyendo notablemente al aumentar el pH por encima de 8,0. El poder desinfectante del cloro disminuye mucho a  $\text{pH} \geq 9,0$ . Por otra parte, hay que tener presente que el efecto corrosivo del cloro aumenta también al disminuir el pH, por lo que se aconseja evitar que el pH baje de 6,5. El efecto desinfectante del cloro y también el corrosivo se incrementan al aumentar el tiempo de contacto.

Las concentraciones de cloro libre residual que se citan en esta norma se refieren a un agua que tiene un pH de alrededor de 7,0. En consecuencia, como no todas las aguas tienen el mismo pH, para lograr una adecuada desinfección es importante medir el pH del agua de la instalación, ya que si es elevado hay que reducirlo hasta 7,0 o, en caso de que eso no sea posible, hay que aumentar la concentración de cloro libre residual que se requiere para lograr la desinfección. De una forma aproximada, esta concentración se puede calcular mediante la expresión:

$$[\text{Cloro libre residual}]_{\text{pH}=n} = [\text{Cloro libre residual}]_{\text{pH}=7} \times F(n)$$

donde

$[\text{Cloro libre residual}]_{\text{pH}=n}$  = concentración de cloro libre residual a  $\text{pH} = n$ ;

$[\text{Cloro libre residual}]_{\text{pH}=7}$  = concentración de cloro libre residual a  $\text{pH} = 7$ ;

$F(n)$  = factor de corrección de la concentración de cloro libre residual para  $\text{pH} = n$ ;

$n$  = categoría o valor de pH de la tabla 1.

2) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales; Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

**Tabla 1**  
**Factores de corrección de la concentración de cloro libre residual requerido cuando el pH del agua es mayor que 7,0**

	pH del agua				
	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
<b>Factor de corrección F<sub>(n)</sub></b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>	<b>3,2</b>	<b>8,4</b>	<b>25,3</b>

- 2 Para asegurar la eficacia de las operaciones señaladas en el punto anterior y que se desarrollan y concretan más adelante, es necesario realizarlas de forma periódica y comprobar también periódicamente la calidad del agua del circuito y del agua de aportación. Es necesario que dichas operaciones sean llevadas a cabo por personal especializado.
- 3 Todas las instalaciones que hayan permanecido fuera de uso durante un cierto período de tiempo deben recibir un tratamiento de limpieza y posterior desinfección justo antes de su puesta en marcha.
- 4 Se debe vigilar que los sistemas cumplan los requisitos de proyecto a lo largo de toda su vida útil.

A continuación se indican los requisitos mínimos para el mantenimiento de las instalaciones en condiciones aceptables.

**6.2.2 Instalaciones de ACS y AFCH.** Las operaciones de mantenimiento a realizar son: revisión o inspección, limpieza y desinfección de toda la instalación o parte de ella; comprobación de la temperatura del agua en puntos determinados y determinación de legionela. La periodicidad con la que se deben realizar estas operaciones se muestra en la tabla 2.

Además debe tenerse en cuenta que, como establece la legislación en vigor<sup>3)</sup> “*El agua de la instalación interior de consumo humano deberá cumplir en todo momento con los parámetros y criterios establecidos en la legislación de aguas de consumo humano*”. (RTSACH)

Todas las operaciones deben ser realizadas por personal suficientemente cualificado y autorizado, y con las medidas de prevención adecuadas.

Es muy importante que durante las mismas se tomen las precauciones necesarias para evitar que los ocupantes sufran daños.

**Tabla 2**  
**Frecuencia de las operaciones a realizar en instalaciones de ACS y AFCH**

	<b>Revisión</b>	<b>Limpieza</b>	<b>Desinfección</b>	<b>Purga</b>	<b>Medición de la temperatura del agua</b>	<b>Determinación de legionela</b>
Instalación completa	Anual	Anual	Anual			Anual
Depósitos de ACS	Trimestral	Anual	Anual		Diario	Anual
Depósitos de AFCH	Trimestral	Anual	Anual		Mensual	Anual
Cabezas pulverizadoras de agua (duchas y grifos)	Mensual	Semestral	Anual		Mensual	Anual
Aislamiento térmico	Anual					
Válvulas de drenaje				Mensual		
Fondo de acumuladores				Semanal		

3) R.D. 865/2003 por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

En instalaciones en desuso se dejará correr el agua en la grifería con frecuencia semanal.

- 1 La revisión, limpieza y desinfección de la instalación completa, y de partes concretas de la misma, como tanques, depósitos a presión, cisternas de almacenamiento de ACS y AFCH, duchas y grifos se debe llevar a cabo con la frecuencia señalada. Adicionalmente, deben limpiarse y desinfectarse en las siguientes circunstancias:
  - antes de su puesta en marcha inicial y tras un período prolongado de parada (un mes o menos);
  - cuando se detecte suciedad durante una revisión;
  - cuando sean visibles sedimentos o productos de corrosión;
  - cuando se sustituya o repare una parte de la instalación;
  - en todos los casos en que la revisión rutinaria lo señale como necesario;
  - cuando lo determine la autoridad sanitaria;
  - después de un brote o sospecha de brote, tras las preceptivas tomas de muestras de agua (véase capítulo 7).
- 2 Si los tanques y depósitos están muy contaminados con materia orgánica, deben ser desinfectados con cloro antes y después de su limpieza, para la que puede ser necesario añadir biodispersantes y desincrustantes.
- 3 Una vez concluida la limpieza, la desinfección posterior se hará por vía química, añadiendo cloro al agua, o por vía térmica o alternando ambos procedimientos.

La legislación vigente<sup>4)</sup> especifica cómo debe hacerse la desinfección de las instalaciones de ACS y AFCH.

- 4 La revisión del aislamiento térmico debe realizarse en toda la instalación, equipos, aparatos y conducciones.
- 5 Se purgarán semanalmente el fondo de los acumuladores y mensualmente las válvulas de drenaje. Además, semanalmente se dejará correr el agua de las duchas y grifos de las instalaciones en desuso.
- 6 La temperatura del agua fría y caliente debe medirse en las diferentes partes del circuito, con la frecuencia indicada. Donde las condiciones climatológicas lo permitan, se procurará mantener el agua de los depósitos de AFCH a una temperatura menor que 20 °C.

En el caso de los grifos, se elegirán los más alejados del origen. En los depósitos acumuladores de agua caliente la medición debe realizarse en continuo mediante instrumentos fijos, de lectura directa o indirecta. Cuando la temperatura del agua en dichos depósitos sea la adecuada y sin embargo la temperatura del agua caliente en un grifo sea menor que la prevista, se debe dejar correr el agua hasta conseguir la temperatura de diseño.

- 7 Como mínimo, se realizará una determinación anual de legionela en muestras de agua de puntos representativos de las instalaciones y se adoptarán las medidas necesarias para garantizar la calidad del agua de las mismas.
- 8 Cuando el AFCH proceda de un depósito, se comprobarán los niveles de cloro residual libre o combinado en un número representativo de puntos terminales y, si no se alcanzan los niveles mínimos se instalará una estación automática de cloración.

**6.2.3 Torres de refrigeración y condensadores evaporativos.** Las operaciones a realizar son la revisión de todas las partes de las instalaciones para comprobar su correcto funcionamiento, estado de conservación, limpieza y desinfección. Su frecuencia debe ser la indicada en la tabla 3, salvo cuando exista un tratamiento integral en continuo.

---

4) R.D. 865/2003.

Además, debe asegurarse la calidad del agua del sistema, para lo cual debe revisarse su calidad físico-química y microbiológica. Los parámetros a determinar y los niveles de referencia o niveles límite de los mismos, así como la periodicidad de las determinaciones, vienen señalados en la tabla 4. Cuando alguno de los parámetros del agua rebasa el límite señalado en la tabla 4 se deben aplicar las medidas necesarias para su corrección.

Todas las operaciones anteriores deben llevarse a cabo por personal autorizado, debidamente equipado con los equipos de protección individual pertinentes (véase anexo B). Pueden utilizarse procedimientos de tipo químico, físicos o físico-químicos de reconocida eficacia, que supongan riesgos mínimos tanto para la integridad de las instalaciones como para la salud de los operarios y otras personas expuestas.

**Tabla 3**  
**Frecuencia de las operaciones a realizar en torres de refrigeración y condensadores evaporativos**

	<b>Revisión</b>	<b>Limpieza</b>	<b>Desinfección</b>
Condensador	Semestral	Anual	Anual
Relleno	Semestral	Semestral	Semestral
Bandeja	Mensual	Mensual	Mensual
Separador de gotas	Anual	Anual	Anual

**Tabla 4**  
**Parámetros a determinar <sup>(a)</sup>, niveles límite y frecuencia de las determinaciones del agua de torres de refrigeración y condensadores evaporativos**

<b>Parámetros</b>	<b>Niveles límite</b>	<b>Frecuencia</b>
Temperatura	20 °C	Mensual
Turbidez	< 15 UNF <sup>(b)</sup>	Mensual
Conductividad	<sup>(c), (e)</sup>	Mensual
pH	6,5 – 9,0 <sup>(d), (e)</sup>	Mensual
Hierro total	< 2 mg/l	Mensual
Nivel de biocida	Según especificaciones del fabricante	Diario
Legionela <sup>(f)</sup>	100 <sup>(i)</sup> UFC/l	Trimestral 15 días después del tratamiento de choque
Aerobios totales <sup>(g)</sup>	10000 <sup>(h)</sup> UFC/ml	Mensual
(a), (b), (c), (d), (e) corresponden, respectivamente, a (1), (*), (2), (3) y (4) de la tabla 1 del R.D. 865/2003. (f), (g), (h) corresponden, respectivamente, a (1), (2) y (3) de la tabla 2 del R.D. 865/2003. (i) si se sobrepasa ese nivel, deben realizarse las acciones señaladas en la tabla 3 del R.D. 865/2003.		

Cuando alguno de los parámetros del agua rebasa el límite señalado en la tabla 4 se deben aplicar las medidas necesarias para su corrección.

Las condiciones del agua deben mantenerse bajo control en continuo, mediante aparatos automáticos para la purga de agua sucia y la reposición del agua limpia.

El funcionamiento de los tratamientos integrales en continuo se comprobará con frecuencia mensual.

Las torres de refrigeración y condensadores evaporativos deben revisarse, limpiarse a fondo, eliminando sedimentos, material adherido a las paredes internas, incrustaciones calcáreas y productos de la corrosión, y desinfectarse con la frecuencia indicada en la tabla 3. Además, deben someterse a limpieza y desinfección en las siguientes circunstancias:

- antes de su puesta en marcha después de una parada de duración igual o superior a un mes;
- cuando se haya efectuado una reparación que afecte a las partes en contacto con el agua;
- cuando la revisión rutinaria lo aconseje;
- cuando lo determine la autoridad sanitaria.

Si el tiempo de parada de la instalación supera la vida media del biocida empleado, antes de su puesta en funcionamiento se debe comprobar el nivel de biocida y de aerobios totales en el agua de la instalación y, en caso necesario, proceder a la limpieza y desinfección de la instalación.

El procedimiento de limpieza y desinfección, en el caso de emplear compuestos clorados en circuitos de torres de refrigeración y condensadores evaporativos, debe ser el que se detalla en el anexo 4 del RD 865/2003.

Cuando el equipo no esté en uso durante un cierto período de tiempo, la bandeja debe quedar sin agua.

**6.2.4 Aparatos de humidificación, lavado y enfriamiento adiabático.** Estos aparatos deben revisarse, limpiarse a fondo, eliminando incrustaciones y productos de la corrosión, y desinfectarse con la frecuencia indicada en la tabla 5.

**Tabla 5**  
**Frecuencia de las operaciones a realizar en aparatos de humidificación, lavado y enfriamiento adiabático**

	<b>Revisión</b>	<b>Limpieza</b>	<b>Desinfección</b>
Separador de gotas	Semestral	Semestral	Semestral
Relleno	Semestral	Semestral	Semestral
Bandeja	Mensual	Mensual	Mensual

- 1 La limpieza y desinfección de los aparatos deben realizarse cuando no haya ocupantes en el edificio. Para la desinfección de estos aparatos deben seguirse las indicaciones del apartado 6.2.3.
- 2 Las condiciones del agua deben mantenerse bajo control de forma continua y automática, mediante los aparatos de tratamiento químico y/o físico. La purga de agua sucia y la reposición de agua limpia deben ser también automáticas.
- 3 En el caso de aparatos que pulverizan agua a partir de un depósito o usan agua recirculada no se permite que el agua esté más de un día en el depósito o en el aparato.
- 4 Cuando el aparato no esté en uso durante un cierto período de tiempo, la bandeja debe quedar sin agua.

#### **6.2.5 Unidades de tratamiento de aire**

- 1 Todas las superficies en contacto con el aire deben limpiarse con frecuencia anual.
- 2 Las bandejas de recogida del agua condensada de las baterías de enfriamiento y deshumectación deben mantenerse secas a través del sistema de drenaje, como se ha indicado en el apartado 6.1.1.
- 3 Las bandejas y las baterías deben limpiarse con frecuencia semestral.

### 6.2.6 Unidades terminales con batería

- 1 Todas las superficies de las unidades terminales dotadas de batería de enfriamiento (ventiloconvectores e inductores), así como las unidades autónomas, compactas o partidas, deben limpiarse a fondo con frecuencia mensual.
- 2 Las bandejas de recogida del agua condensada deben mantenerse secas.

**6.2.7 Unidades terminales sin batería.** Las superficies interiores de estas unidades terminales deben limpiarse con frecuencia semestral.

**6.2.8 Bañeras y piscinas de hidromasajes.** Para las bañeras y piscinas de hidromasajes deben seguirse las especificaciones sobre mantenimiento, revisión, limpieza y desinfección dadas en el anexo 5 del RD 865/2003.

**6.2.9 Aparatos de tratamientos químicos de agua.** Estos aparatos deben ser vaciados y limpiados una vez al año.

**6.2.10 Conductos.** Las redes de conductos de impulsión, retorno y toma de aire exterior deben inspeccionarse una vez al año y se debe proceder a la limpieza de aquellos tramos que presenten suciedad.

## 7 ACCIONES EN CASO DE BROTE

La notificación de casos de legionelosis asociados a un edificio o instalación desencadena una serie de estudios epidemiológicos, microbiológicos y ambientales, que son competencia de la autoridad sanitaria. La finalidad de este tipo de estudios es establecer la posible relación entre los casos y una fuente de infección común, con objeto de adoptar las medidas adecuadas para eliminar el foco de infección y prevenir la aparición de nuevos casos.

Por tanto, es importante que no se inicie ningún tratamiento de las instalaciones antes de proceder a la inspección y toma de muestras del agua de las mismas, ya que de lo contrario podría enmascarse temporalmente el foco de infección y resultar imposible garantizar que se ha controlado definitivamente el problema.

En caso de que se produzca un brote de legionelosis deben realizarse las actuaciones previstas en la legislación vigente<sup>5)</sup>.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- 1 UNE 77073-1 – *Calidad del agua. Vocabulario. Parte 1.*
- 2 UNE 77073-2 – *Calidad del agua. Vocabulario. Parte 2.*
- 3 UNE 77073-3 – *Calidad del agua. Vocabulario. Parte 3.*
- 4 UNE 77073-4 – *Calidad del agua. Vocabulario. Parte 4.*
- 5 UNE-EN 779 – *Filtros de aire utilizados en ventilación general para eliminación de partículas. Determinación de las prestaciones de los filtros.*
- 6 UNE-EN 1822-1 – *Filtros absolutos (HEPA y ULPA). Parte 1: Clasificación, principios generales del ensayo, marcado.*
- 7 UNE-EN 1822-2 – *Filtros absolutos (HEPA y ULPA). Parte 2: Producción de aerosol, aparatos de medición, estadísticas de conteo de partículas.*
- 8 UNE-EN 1822-3 – *Filtros absoluto (HEPA y ULPA). Parte 3: Ensayo de medio filtrante plano.*
- 9 UNE-EN 1822-4 – *Filtros absolutos (HEPA y ULPA). Parte 4: Ensayo de estanquidad de la célula filtrante (método de exploración).*

---

5) R.D. 865/2003.

- 10 UNE-EN 1822-5 – *Filtros absolutos (HEPA y ULPA). Parte 5: Medida de la eficacia de la célula filtrante.*
- 11 UNE-EN 13779 – *Ventilación de edificios. Requisitos de rendimiento de sistemas de ventilación y acondicionamiento de aire.*
- 12 Centro Nacional de Microbiología, Virología e Inmunología Sanitaria. Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Sanidad y Consumo. Majadahonda (Madrid). “Legionelosis: datos de España, diagnóstico de laboratorio y recomendaciones para su prevención y control ambiental de legionela en instalaciones de edificios”. (1993)
- 13 Boletín 68. 155-184 de 1990 de la Organización Mundial de la Salud (OMS): “Epidemiology, prevention and control of legionellosis”.
- 14 The Chartered Institution of buildings Services Engineers TM 13-1987: “Minimising the risk of Legionnaires’ disease”.
- 15 BACS (British Association for Chemical Specialist) Code of practice: “The control of legionellae by the safe and effective operation of cooling systems”. 1989
- 16 HSE (Health and Safety Executive): “The control of legionellosis including legionnaires’ disease”. 1991
- 17 ASHRAE Guideline 12-2000: “Minimising the risk of legionellosis associated with building water systems”.
- 18 Cooling Tower Institute (CTI), Houston 1980: “Suggested protocol for emergency cleaning of cooling tower and related equipment suspected of infection by legionnaires’ disease bacteria pneumophila”.
- 19 Ministerio de Sanidad y Consumo: “Recomendaciones para la prevención y control de la legionelosis”. 1999
- 20 Comunidad de Madrid: “Guía para la prevención de la legionelosis en instalaciones de riesgo”. 1998
- 21 OSHA TECHNICAL MANUAL, Section III: Chapter 7 “Legionnaires’ disease”.
- 22 Guidance for the control of legionella. National Environmental Health Forum Monographs. Water Series nº 1996.
- 23 The prevention or control of legionellosis (including Legionnaires’ disease). Approved code of practice L8 (rev.). HSE books (Health and Safety Commission).
- 24 The prevention and control of Legionnaires’ disease. Worksafe Western Australia Commission. Draft Code of Practice. (august 2000).

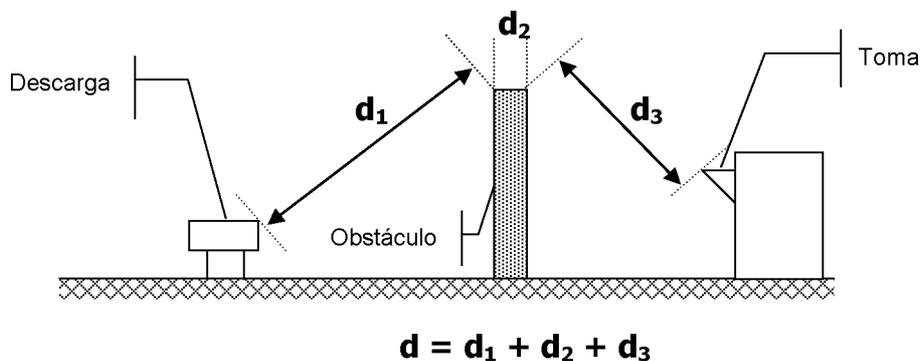
ANEXO A (Informativo)

**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.



**Fig. 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

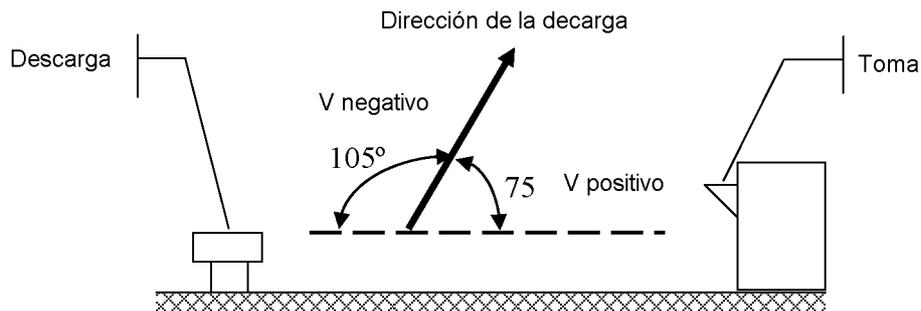
$V$  = velocidad de descarga del efluente        m/s

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°.



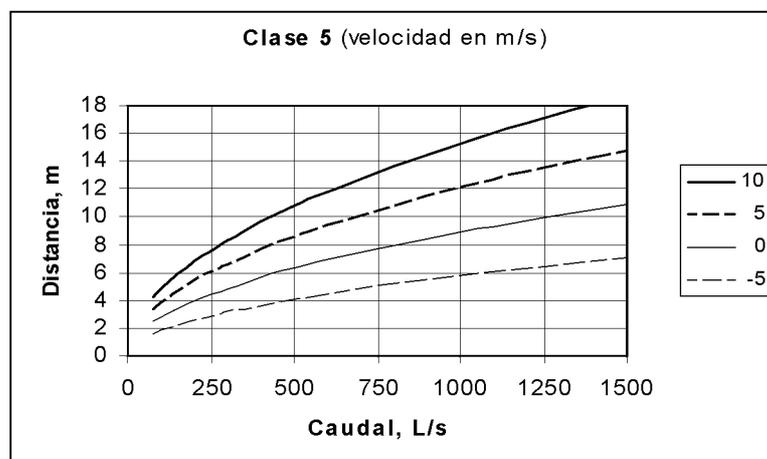
**Fig. A.2 – Asignación de signo a la velocidad de descarga**

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	<i>d</i>
Ventana o puerta	<i>d</i>
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.



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

**ANEXO B (Informativo)**

**PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

Con el fin de prevenir los accidentes de trabajo y los riesgos para la salud de los operarios de las instalaciones y del personal de mantenimiento, limpieza y desinfección, especialmente los riesgos derivados de la inhalación de aerosoles con legionela y de la exposición a productos químicos y agentes físicos utilizados en el tratamiento de las instalaciones y del agua de las mismas, deben tomarse las siguientes precauciones.

- 1 Deben planificarse y diseñarse las tareas de revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección de forma que los riesgos para los trabajadores sean mínimos.

Es recomendable elaborar procedimientos de trabajo escritos.

Aquellas tareas en las cuales el riesgo pueda ser importante, como, por ejemplo, las que se realicen en espacios confinados, o las que impliquen la utilización de agentes químicos o la exposición a agentes físicos, no deben realizarse nunca en solitario. Aunque sean llevadas a cabo por un solo trabajador, siempre debe haber en las inmediaciones otra persona con los equipos de protección individual (EPI) y medios apropiados para que, en caso de producirse un accidente o una exposición excesiva, pueda socorrer al afectado sin que ella misma se exponga al riesgo.

- 2 Debe informarse a los trabajadores sobre los riesgos a los que pueden verse expuestos y sobre los medios y medidas preventivas establecidas y adiestrarles en la ejecución segura de sus tareas y la observancia de las medidas de prevención.
- 3 Los productos químicos deben guardarse en un almacén a ellos dedicado y deben existir normas escritas sobre su almacenamiento y manipulación, redactadas de acuerdo a las fichas de seguridad suministradas por los fabricantes.
- 4 Debe suministrarse a los trabajadores equipos de protección individual acordes al riesgo al que puedan estar expuestos en la realización de sus tareas, que no supongan un riesgo o esfuerzo añadido o sean penosos de llevar.

Los trabajadores deben ser adiestrados en su uso, limpieza, descontaminación, mantenimiento y conservación adecuados. Es recomendable que existan procedimientos escritos para ello.

De acuerdo a la tarea que se realice y a los riesgos derivados de la exposición a agentes químicos y biológicos, se recomienda la utilización de los equipos de protección individual que se señalan en la tabla B.1.

**Tabla B.1**  
**Equipos de Protección Individual (EPI) recomendados para diferentes tareas**

Tarea	Factor peligroso	EPI	
		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



---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

**AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A TICA, S.L.**