

# PREVENCION DE LA LEGIONELOSIS Y EL NUEVO REAL DECRETO

**Autor:** Pedro Gurrutxaga Arruza, Dr. Ingeniero Industrial

Dtor. Técnico ONDOAN, S. Coop.

## 1.- INTRODUCCION

La presente comunicación tiene por objeto realizar un análisis crítico del Real Decreto 865/2003 “Criterios Higiénico-Sanitarios para la Prevención y Control de la Legionelosis”, así como profundizar en algunos aspectos que, sobre la problemática considerada y desde nuestro punto de vista, complementarían y/o cuestionarían lo recogido en el mencionado R.D.

En este sentido, haremos una breve exposición de los tratamientos propuestos alternativos al Cloro y al Choque Térmico, y analizaremos las diferentes valoraciones que se hacen, por diversos organismos y normativas, respecto de los niveles aceptables de concentración de Legionela y/o Heterótrofos. También comentaremos brevemente las ideas sobre Evaluación de Riesgos que se están proponiendo.

Para concluir recogeremos aquellas consideraciones que nos sugieren los temas expuestos y la constatación del camino que queda por recorrer en el ámbito de la Legionela y la Legionelosis.

## 2.- EVOLUCION DE LA NORMATIVA SOBRE LEGIONELLA

La primera norma sobre Legionela, editada en España, fue la norma UNE 100.030-94 titulada “Guía para la Prevención de la Legionela en instalaciones”, publicada en 1994, y que estaba incluida dentro del Comité Técnico de Normalización de Climatización.

Se debe señalar que, respecto a otras normativas y principios legislativos de aquel momento, esta norma presentaba diversas carencias y lagunas. En este sentido, indicamos algunos aspectos diferenciales:

- No se recogían medidas específicas y diferenciadas para cada tipo de instalación.
- No se establecían protocolos de actuación en función de la contaminación por Legionela y/o Heterótrofos.
- No se recogía la Metodología Analítica a aplicar ni la obligatoriedad de seguimiento rutinario de instalaciones.
- No se establecía la obligatoriedad de censar torres y condensadores evaporativos.
- No exigía una evaluación del riesgo asociado a la instalación.

Posteriormente, el año 2001 fue muy importante en la mejora de marco normativo relacionado con la Legionela, ya que en él se publicó el Real Decreto 909/2001 de 27 de Julio “Criterios Higiénico-Sanitarios para la Prevención y Control de la Legionelosis” y se actualizó la norma UNE 100.030-IN “Guía para Prevención y Control de la Proliferación y Diseminación de Legionela en Instalaciones”.

No obstante, este Real Decreto tuvo una vida muy efímera, ya que no cumplió con las expectativas generadas y fue foco de confusión y duda, probablemente originados en la precipitación con la que se elaboró. En efecto, dos años después se publicó un nuevo Real Decreto, el 865/2003” de 4 de Julio, de igual título y que derogó el anterior.

### **3.- REAL DECRETO 865/2003**

En este apartado vamos a realizar un análisis crítico del RD 865/2003, señalando las aportaciones y las carencias que presenta desde nuestro punto de vista.

#### **3.1.- APORTACIONES DESTACABLES**

Señalamos a continuación los aspectos positivos que incorpora el nuevo RD.

##### **Clasificación de instalaciones**

Establece una clasificación de instalaciones según el mayor o menor riesgo que puedan suponer. Esta clasificación es la siguiente:

- Instalaciones con mayor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionela (Torres de refrigeración y condensadores evaporativos, Sistemas de agua caliente sanitaria con acumulador y circuito de retorno, Sistemas de agua climatizada con agitación constante y recirculación a través de chorros de alta velocidad o la inyección de aire –jacuzzis-, Centrales humidificadoras industriales)
- Instalaciones con menor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionela (Sistemas de instalación interior de agua fría de consumo humano y agua caliente sanitaria sin circuito de retorno, Equipos de enfriamiento evaporativo que pulvericen agua no incluidos en el punto anterior, Humectadores, Fuentes ornamentales, Sistemas de riego por aspersión en el medio urbano, Sistemas de agua contra incendios, Elementos de refrigeración por aerosolización al aire libre, Otros aparatos que acumulen agua y puedan producir aerosoles)
- Instalaciones de riesgo en terapia respiratoria (Equipos de terapia respiratoria, Respiradores, Nebulizadores, Otros equipos médicos en contacto con las vías respiratorias)

Señala también que quedan excluidas del ámbito de aplicación del RD las instalaciones en edificios dedicados al uso exclusivo de vivienda, excepto las que afecten al ambiente exterior de estos edificios.

##### **Medidas Preventivas**

###### **Generales**

Dentro de las Medidas Preventivas Generales el Real Decreto recoge, en primer, lugar, los Principios Fundamentales que deben regir en las instalaciones en relación a la materia que nos ocupa. Asimismo, nos indica aquella legislación y normativa que también debe ser considerada en este asunto.

Finalmente, se establecen otros requisitos generales a tomar en consideración.

### **Específicas**

Como Medidas Preventivas Específicas el R.D. recoge los “**criterios de diseño**” que deben aplicarse a las Instalaciones de Agua de Consumo Humano (ACH) y a las Instalaciones con Torres de Refrigeración y/o Sistemas Análogos.

En ambos casos resulta interesante, desde nuestro punto de vista, el complemento de la norma UNE 100.030:2001, ya que precisa algunos conceptos del Real Decreto e incorpora otros que resultan muy adecuados.

### **Programas de Mantenimiento**

El R. D. realiza otra interesante aportación con la indicación de las pautas de actuación que deben considerarse en los Programas de Mantenimiento aplicables a las Instalaciones de Agua de Consumo Humano, Torres de Refrigeración y Jacuzzis. Estas pautas hacen referencia a:

- Revisiones (tipo y frecuencia).
- Controles Analíticos.
- Limpieza y Desinfección (métodos y frecuencia).

Además, para el caso de las Torres de Refrigeración, se fijan las frecuencia y los parámetros a aplicar en el control microbiológico, así como los parámetros físico-químicos a considerar y sus valores límite.

También en este apartado de Mantenimiento y Explotación de Instalaciones resulta muy interesante la complementariedad de la norma UNE 100.030:2001.

### **3.2.- ASPECTOS MEJORABLES**

Indicamos en este apartado alguno de los puntos que, desde nuestro punto de vista, no toca o lo hace desacertadamente el Real Decreto 865/2003:

- La clasificación por riesgo incurre en un grave fallo al excluir las instalaciones de A.C.S. en edificios dedicados exclusivamente a vivienda. Recientes estudios demuestran que casos esporádicos de Legionelosis se contraen en sistemas de ACS de viviendas, por lo que este tipo de fuente no puede menospreciarse.

Se da la circunstancia de que ciertas personas presentan un mayor riesgo, tales son las de edad avanzada, las que padecen cáncer, las diabéticas, las afectadas de un enfermedad crónica del pulmón, las que han sido recientemente trasplantadas, las que padecen el síndrome de inmunodeficiencia, las que se hallan inmunodeprimidas y también las que están siendo tratadas con altas dosis de corticosteroides. Hoy se tiende a reducir el tiempo de hospitalización y esto influye en una mayor posibilidad de existencia de riesgo en el propio domicilio. Por todo ello se debe prevenir el riesgo en este tipo de instalaciones y se debe prever la necesidad de realizar un tratamiento de emergencia.

- También creemos que concede excesiva importancia a la existencia o no de circuito de retorno, para, en función de ello, clasificar la instalación de A.C.S. con acumulación correspondiente como de mayor o menor riesgo.
- En el caso del Mantenimiento de Torres, se establecen pautas de actuación únicamente en función de la concentración de Legionela, remitiéndonos en el caso de tasas elevadas de Heterótrofos a la concentración de Legionela existente en ese momento.

Además los valores de concentración de Legionela permitidos son muy bajos, en comparación a lo exigido por otras normativas, lo que dificulta, si no imposibilita, la aplicación de tecnologías de control microbiológico alternativas al uso de biocidas químicos

- Señalar, asimismo, la no explicitación, para todo tipo de instalaciones, de las exigencias a los diferentes laboratorios sobre su capacitación para la realización de este tipo de analítica.
- También presenta un desacierto en el planteamiento de bañeras y piscinas de hidromasaje. Nos parece que este conjunto de instalaciones no ha sido tratado con el rigor suficiente.
- Entendemos que es necesaria la formación electromecánica de los operadores que van a llevar a cabo las acciones de mantenimiento (microbiológico y de tratamiento del agua) a fin de evitar que sigan produciendo graves imprudencias que pongan en riesgo las instalaciones.
- A muchas de las instalaciones existentes en la fecha de publicación del R.D. no se les podrán aplicar las prescripciones en él contenidas, debido a uno o varios de los siguientes motivos: diseño, materiales utilizados, filosofía de aplicación y/o mantenimiento, etc. Por lo tanto, si estas instalaciones no son modificables y adaptables a las nuevas exigencias, sería conveniente disponer de alternativas abiertas que permitieran establecer una serie de medidas sustitutivas individualizadas para cada instalación de acuerdo con la Autoridad Sanitaria.
- En este mismo sentido, cuando estemos hablando de instalaciones que, con las pertinentes modificaciones, podrían adaptarse a las exigencias del R.D., no parece razonable un único plazo de adaptación de 1 año para todas ellas. Pensamos que teniendo en cuenta las características de cada instalación debería de considerarse un periodo de adaptación adecuado para cada circunstancia, estableciéndose durante dicho periodo un protocolo de explotación y mantenimiento conforme a las directrices marcadas por la Autoridad Sanitaria.

### **3.3.- VALORACION Y CONSIDERACIONES**

El análisis del R. D. que hemos realizado nos conduce a las siguientes consideraciones:

- El R. D. supone un paso adelante, lo que hace que se cuente con una normativa cada vez más precisa y más próxima a la problemática de la Legionelosis.
- No obstante, la legislación y normativa sobre Legionela que actualmente disponemos, resulta mejorable.

- Se combinan en un mismo texto normativo olvidos (A.C.S. en viviendas) con excesivas exigencias (concentración Legionela en Torres de Refrigeración).
- En otros aspectos, como el de los jacuzzi, serían necesarios mayores niveles de precisión.
- Sería conveniente explicitar exigencias de formación del personal de mantenimiento, así como de la acreditación de los laboratorios implicados.
- No parece razonable la existencia de un único plazo de adaptación de las instalaciones, ni tampoco la no existencia de alternativas abiertas para casos en que no exista tal posibilidad.

## **4.- TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS**

Como hemos indicado, las exigencias del RD sobre los niveles de contaminación microbiológica permitidos en torres de refrigeración son muy elevadas, y ello limita la aplicación de tratamientos alternativos.

No obstante, estos últimos años se han ofrecido un buen número de tecnologías como alternativa o complemento a los biocidas químicos tradicionales. A continuación reseñamos algunos de ellos, tanto para Agua de Consumo Humano como para Torres de Refrigeración.

### **4.1.- AGUA DE CONSUMO HUMANO**

Recogemos seguidamente aquellos tratamientos que la AWT (Association of Water Technologies) señala como más habituales. Obviamente no incluimos los tratamientos de Cloración y de Choque Térmico que ya se recogen en el RD 865/2003:

#### **Ozono**

El ozono se ha utilizado durante muchos años como un desinfectante altamente eficaz. Aunque se trata de una molécula mucho más fuertemente oxidante que el cloro o el bromo y, por lo tanto, un biocida oxidante mucho más eficaz, existen ciertas desventajas en su aplicación práctica. El ozono se debe generar in-situ y requiere la utilización de circuitos de control sofisticados y un elevado voltaje eléctrico.. Se debe tener especial cuidado, asegurándose de que las relaciones de corrosión en el sistema no se vean incrementadas y que el poder de oxidación del ozono no tenga efectos negativos en la transformación de los inhibidores de incrustación y corrosión que están siendo empleados.

La generación de Ozono tiene un costo considerable en equipamiento, operación y mantenimiento. Además, es difícil hacer llegar el desinfectante residual a todos los puntos del sistema. Tiene un impacto muy pequeño sobre el biofilm o la Legionella no planctónica en los grandes sistemas.

#### **Radiación U.V.**

La radiación ultravioleta también ha demostrado ser eficaz frente a la Legionela y otros microorganismos. Es necesario una selección cuidadosa del equipo, debiendo estar basada en el flujo de agua y sus características, particularmente la transmitancia. La radiación U.V.

solamente tendrá efecto sobre el agua que pasa realmente a través de la unidad. Se requiere la energía y el tiempo de residencia suficiente para que sea eficaz

Por tanto, ante cualquier biopelícula y organismo contaminante establecido resulta poco probable que sea eficaz. Por otra parte para su aplicación se requiere limpieza, ya que los sólidos en suspensión y la incrustación pueden interferir en su funcionamiento.

### **Iones de Cobre y Plata**

Otra tecnología que se ha extendido, desde su utilización original en agua potable o aplicaciones en piscinas, es la de ionización mediante adición de iones de cobre y de plata al agua de recirculación. Etiquetado a menudo como “no químico”, la adición de metales pesados al agua no se puede considerar realmente como tal. Es una tecnología con aplicaciones útiles en sistemas de agua caliente y fría, pero en menor medida en aguas de enfriamiento. La producción de los iones se hace por medio de electrodos de cobre y plata que son susceptibles a la incrustación en aguas duras. Esta tecnología, es difícilmente compatible con tratamientos antiincrustantes y anticorrosivos. Sin embargo, está muy indicada en A.C.S.

Los fabricantes indican que debe mantenerse una concentración de iones de cobre y plata de  $0,2 \div 0,4$  y  $0,02 - 0,04$  mg/l respectivamente, valores que están muy por debajo de las recomendaciones de la E.P.A. (Environmental Protection Agency) para el agua potable. Las concentraciones de iones de cobre y plata deben ser monitorizadas.

Entre las ventajas que supone esta alternativa hay que considerar la facilidad de instalación y montaje del sistema, así como el hecho de que su eficacia no se ve alterada por valores más altos de la temperatura.

Se considera un tratamiento con efectividad residual a largo plazo, ya que minimiza la posibilidad de recolonización, habiendo transcurrido, en las instalaciones estudiadas, de 6 a 12 semanas hasta que ésta se ha producido, hecho que puede ser interpretado como un margen de seguridad.

En sentido contrario, esta aplicación también presenta algunas desventajas, tales como la necesidad de limpieza y eliminación de incrustaciones de los electrodos. Asimismo el pH elevado ( $\geq 8$ ) reduce la eficacia contra la Legionela. Otro aspecto negativo es su potencial de corrosión galvánica del acero. Por último, no debe olvidarse tampoco que un tratamiento prolongado con iones de cobre y plata podría traer, teóricamente, el desarrollo de resistencia a los mismos.

### **Dioxido de Cloro**

El dióxido de cloro es un gas que se disuelve fácilmente en agua y que permanece en la disolución como un verdadero gas. Mantiene la actividad biocida en un amplio rango de pH y es menos agresivo para el cobre y el acero que el cloro. Se ha mostrado efectivo en el tratamiento de la Legionela y del biofilm con niveles de  $0,2$  mg/l.

Debe ser generado in-situ para la mayoría de los tratamientos de desinfección. Hasta que se han desarrollado sistemas compactos de producción, se cuestionaba su empleo debido a la manipulación de reactivos químicos peligrosos que era necesario realizar. Por todo ello, debe también tenerse en cuenta el costo del tratamiento.

## **La redundancia como método de desinfección**

Es posible utilizar más de un método de desinfección, de tal forma que si uno falla pueda ser utilizado el otro.

En este sentido hay que señalar que se ha documentado que el cloro presenta sinergias “in vitro” tanto con la radiación U.V. como con los iones de cobre y plata.

Es evidente que en el caso de utilización combinada con otros métodos de desinfección, la cloración puede ser utilizada en concentraciones mucho menores que en caso de aplicación individual, disminuyendo de esta forma alguno de los inconvenientes que presenta.

En consecuencia, se recomienda que, cuando exista un sistema de cloración y sea reemplazado por otro método de desinfección, la instalación no sea suprimida, ya que podría ser usada como reserva o como parte de un método de desinfección sinérgico.

## **4.2.-TORRES DE REFRIGERACION**

Señalamos dos tratamientos alternativos de los que hemos tenido conocimiento. El primero está basado en una tecnología aplicada en sistemas de ósmosis inversa, que ha sido instalada en la Instalación de Refrigeración de una planta siderúrgica vasca. El otro corresponde a un Proyecto de I+D que ha sido desarrollado por una empresa y un Centro Tecnológico también del País Vasco.

### **Zeta-Rod**

Se trata de una tecnología para el tratamiento de aguas basada en la dispersión electrostática de partículas coloidales, lo que se consigue con el empleo de electrodos cerámicos sometidos a una elevada tensión. Con esta tecnología se intenta reducir el consumo de aditivos químicos

Los electrodos Zeta–Rod detienen el proceso de incrustación sobre superficies húmedas y, en muchos casos, eliminan la pre-existente. Los niveles de corrosión observados son comparables a los obtenidos mediante inhibidores

En lo que a Legionelosis se refiere estos electrodos interfieren con los procesos de desarrollo de microorganismos formadores de capas biológicas. De esta forma, el sistema Zeta-Rod , elimina el biofilm y evita su nueva formación. Aunque no es un sistema bactericida, la supresión de la biocapa ayuda a mantener el sistema limpio y facilita la acción de los biocidas en concentraciones de aplicación mucho menores.

### **Tem-Redox**

El sistema Tem-Redox utiliza la tecnología redox sin productos químicos para controlar las incrustaciones, corrosiones y el crecimiento orgánico en los circuitos de torres de refrigeración. El funcionamiento se centra en la utilización de una aleación bimetálica en forma de filamentos que es atravesada por el caudal de agua de refrigeración. La aleación se fabrica utilizando zinc y cobre de altísima pureza, y la forma filamentosa proporciona una gran superficie de contacto, dando lugar a muchas opciones de reacción.

El control del crecimiento microbiológico con la utilización del sistema Tem-Redox, se produce debido a que el zinc es anódico con respecto al cobre y libera electrones que fluyen a través del agua como fluido conductor a los cátodos de cobre. Esto produce un cambio en

el potencial electroquímico del agua. El cambio producido es significativo, desde +200 mV para el agua bruta hasta -500 mV para el agua tratada. Pocas bacterias son capaces de crecer en estados de potencial redox tan negativos.

El gradiente electroquímico establecido tiene también la habilidad de “matar” por contacto. Además, el proceso redox genera muchos radicales libres y peróxido de hidrógeno, que son bacteriostáticos.

El equipo se instala en by-pass con entrada y salida de la bañera de la torre. En la cámara de contacto se producen las reacciones de oxidación – reducción, intercambio de electrones con las sustancias disueltas, y la disminución del potencial redox del agua.

## **5.- NIVELES DE RIESGO EN FUNCION DE LA CONCENTRACION DE LEGIONELLA Y/O HETEROTROFOS**

### **5.1.- TORRES DE REFRIGERACION**

Ya hemos indicado en el apartado anterior que uno de los aspectos llamativos del RD 865/2003 son los exigentes niveles máximos de contaminación microbiológica permitidos. En este punto expondremos clasificaciones y niveles máximos permitidos en otras normativas y las clasificaciones de riesgo establecidas por instituciones de otros países.

Para evaluar la situación microbiológica del agua en circulación, se deben tomar en consideración dos parámetros: el número total de Heterótrofos y el número de bacterias de Legionela. Con el primero podemos establecer el “estado de limpieza” del sistema, mientras que con el segundo podemos tener una idea del “potencial de peligrosidad” que representa la torre para que se produzca la enfermedad.

La eliminación del riesgo potencial, en aquellas torres que están contaminadas por Legionela o que tienen un grado de suciedad elevado (medido por la concentración de Heterótrofos) se realiza con la implementación de acciones que eliminen la presencia de la bacteria y minimicen el número de Heterótrofos. Vamos a exponer seguidamente los diferentes niveles de concentración que para las distintas normativas y organizaciones dan origen al inicio de acciones correctoras.

En primer lugar y en este sentido, el RD 865/2003 nos indica lo siguiente:



<b>ACCIONES PARA TORRES DE REFRIGERACIÓN Y DISPOSITIVOS ANÁLOGOS EN FUNCIÓN DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LEGIONELA</b>	
<b>LEGIONELA ufc/l</b>	<b>ACCION PROPUESTA</b>
> 100 < 1000	Revisar el programa de mantenimiento y realizar las correcciones oportunas Remuestreo a los 15 días
> 1000 <10000	- Se revisará el programa de mantenimiento, a fin de establecer acciones correctoras que disminuyan la concentración de Legionela - Limpieza y desinfección de acuerdo con el anexo 4b - Confirmar el recuento a los 15 días. Si esta muestra es menor de 100 ufc/l, tomar una nueva muestra al cabo de un mes. Si el resultado de la segunda muestra es < 100 ufc/l continuar con el mantenimiento previsto. - Si una de las dos muestras anteriores dan valores > 100 ufc/l, revisar el programa de mantenimiento e introducir las reformas estructurales necesarias. Si supera las 1000 ufc/l proceder a realizar una limpieza y desinfección de acuerdo con el anexo 4c, y realizar una nueva toma de muestras a los 15 días.
> 10000	- Parar el funcionamiento de la instalación, vaciar el sistema en su caso. Limpiar y realizar un tratamiento de choque de acuerdo con el anexo 4c, antes de reiniciar el servicio, y realizar una nueva toma de muestras a los 15 días
Nota: En el caso de que la concentración de Heterótrofos tenga un valor superior a 10.000 ufc/ml, será necesario comprobar la eficacia y la dosis de biocida utilizado y realizar un muestreo de Legionela.	

Sin embargo en Australia rigen criterios como los siguientes: (se tienen en cuenta tanto Legionela como Heterótrofos):

#### **Evaluación de la torre según recuento de Heterótrofos**

<b><u>Concentración (u.f.c./ml)</u></b>	<b><u>Clasificación de la Torre</u></b>
< 10 <sup>4</sup>	Limpia
10 <sup>4</sup> a 10 <sup>5</sup>	Aceptable
10 <sup>5</sup> a 10 <sup>6</sup>	Suciedad Inaceptable
> 10 <sup>6</sup>	Peligrosa por Suciedad

#### **Evaluación de la torre según recuento de Legionella**

<b><u>Concentración (u.f.c./ml)</u></b>	<b><u>Clasificación de la Torre</u></b>
< 10	Aceptable
10 a 100	Vigilancia /Rectificación
100 a 1000	Potencialmente peligrosa
> 1000	Peligrosa

Inciendo en los criterios provenientes de Australia, su normativa recoge las siguientes pautas de actuación para las torres de refrigeración:

CRITERIO	PAUTAS DE ACTUACIÓN									
	PRIMERA ACCIÓN	ACCIONES POSTERIORES								
Concent. Legionella < 10 u.f.c./ml	Tratamiento de Rutina	-----								
Concent. Legionella =10 ÷1000 u.f.c./ml	Desinfección	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratamiento de Rutina</li> <li>- Volver a analizar entre 3 y 7 días después</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">RESULTADOS 2º ANALISIS</th> <th>ACCIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 10 u.f.c./ml</td> <td>- Volver a analizar a los 7 días hasta que dos muestras consecutivas den negativo</td> </tr> <tr> <td>&lt; 100 u.f.c./ml</td> <td>- <b>Desinfección</b>; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso</td> </tr> <tr> <td>≥ 100 u.f.c./ml</td> <td>- <b>Desinfección de emergencia o Descontaminación, con parada del sistema</b>; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso.</td> </tr> </tbody> </table>	RESULTADOS 2º ANALISIS	ACCIONES	< 10 u.f.c./ml	- Volver a analizar a los 7 días hasta que dos muestras consecutivas den negativo	< 100 u.f.c./ml	- <b>Desinfección</b> ; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso	≥ 100 u.f.c./ml	- <b>Desinfección de emergencia o Descontaminación, con parada del sistema</b> ; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso.
RESULTADOS 2º ANALISIS	ACCIONES									
< 10 u.f.c./ml	- Volver a analizar a los 7 días hasta que dos muestras consecutivas den negativo									
< 100 u.f.c./ml	- <b>Desinfección</b> ; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso									
≥ 100 u.f.c./ml	- <b>Desinfección de emergencia o Descontaminación, con parada del sistema</b> ; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso.									
Concent. Legionella ≥1000 u.f.c./ml	Parada y de Desinfección emergencia Descontaminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratamiento de rutina</li> <li>- Volver a analizar entre 3 y 7 días después</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">RESULTADOS 2º ANALISIS</th> <th>ACCIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 10 u.f.c./ml</td> <td>- Volver a analizar a los 7 días hasta que dos muestras consecutivas den negativo</td> </tr> <tr> <td>&lt; 100 u.f.c./ml</td> <td>- <b>Desinfección</b>; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso</td> </tr> <tr> <td>≥ 100 u.f.c./ml</td> <td>- <b>Desinfección de emergencia o Descontaminación, con parada del sistema</b>; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso.</td> </tr> </tbody> </table>	RESULTADOS 2º ANALISIS	ACCIONES	< 10 u.f.c./ml	- Volver a analizar a los 7 días hasta que dos muestras consecutivas den negativo	< 100 u.f.c./ml	- <b>Desinfección</b> ; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso	≥ 100 u.f.c./ml	- <b>Desinfección de emergencia o Descontaminación, con parada del sistema</b> ; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso.
RESULTADOS 2º ANALISIS	ACCIONES									
< 10 u.f.c./ml	- Volver a analizar a los 7 días hasta que dos muestras consecutivas den negativo									
< 100 u.f.c./ml	- <b>Desinfección</b> ; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso									
≥ 100 u.f.c./ml	- <b>Desinfección de emergencia o Descontaminación, con parada del sistema</b> ; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso.									

CRITERIO	PAUTAS DE ACTUACIÓN									
	PRIMERA ACCIÓN	ACCIONES POSTERIORES								
Concent. Heterótrofos < 10 <sup>5</sup> u.f.c./ml	Tratamiento de Rutina	-----								
Concent. Heterótrofos 10 <sup>5</sup> ÷ 10 <sup>6</sup> u.f.c./ml	Desinfección	- Tratamiento de Rutina - Volver a analizar entre 3 y 7 días después								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADOS 2º ANALISIS</th> <th>ACCIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 10<sup>5</sup> u.f.c./ml</td> <td>- Tratamiento de Rutina</td> </tr> <tr> <td>10<sup>5</sup> ÷ 5 10<sup>6</sup> u.f.c./ml</td> <td>- Desinfección; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso</td> </tr> <tr> <td>≥ 5 10<sup>6</sup> u.f.c./ml</td> <td>- Considerar las pautas de actuación correspondientes a este nivel de contaminación.</td> </tr> </tbody> </table>	RESULTADOS 2º ANALISIS	ACCIONES	< 10 <sup>5</sup> u.f.c./ml	- Tratamiento de Rutina	10 <sup>5</sup> ÷ 5 10 <sup>6</sup> u.f.c./ml	- Desinfección; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso	≥ 5 10 <sup>6</sup> u.f.c./ml	- Considerar las pautas de actuación correspondientes a este nivel de contaminación.
		RESULTADOS 2º ANALISIS	ACCIONES							
		< 10 <sup>5</sup> u.f.c./ml	- Tratamiento de Rutina							
10 <sup>5</sup> ÷ 5 10 <sup>6</sup> u.f.c./ml	- Desinfección; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso									
≥ 5 10 <sup>6</sup> u.f.c./ml	- Considerar las pautas de actuación correspondientes a este nivel de contaminación.									
Concent. Heterótrofos ≥ 5 10 <sup>6</sup> u.f.c./ml	Desinfección	- Tratamiento de Rutina - Volver a analizar entre 3 y 7 días después								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADOS 2º ANALISIS</th> <th>ACCIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 10<sup>5</sup> u.f.c./ml</td> <td>- Tratamiento de Rutina</td> </tr> <tr> <td>10<sup>5</sup> ÷ 5 10<sup>6</sup> u.f.c./ml</td> <td>- Desinfección; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso</td> </tr> <tr> <td>≥ 5 10<sup>6</sup> u.f.c./ml</td> <td>- Desinfección de emergencia o Descontaminación, con parada de la instalación, pasar a Tratamiento de rutina y repetir el proceso.</td> </tr> </tbody> </table>	RESULTADOS 2º ANALISIS	ACCIONES	< 10 <sup>5</sup> u.f.c./ml	- Tratamiento de Rutina	10 <sup>5</sup> ÷ 5 10 <sup>6</sup> u.f.c./ml	- Desinfección; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso	≥ 5 10 <sup>6</sup> u.f.c./ml	- Desinfección de emergencia o Descontaminación, con parada de la instalación, pasar a Tratamiento de rutina y repetir el proceso.
		RESULTADOS 2º ANALISIS	ACCIONES							
		< 10 <sup>5</sup> u.f.c./ml	- Tratamiento de Rutina							
10 <sup>5</sup> ÷ 5 10 <sup>6</sup> u.f.c./ml	- Desinfección; pasar a Tratamiento de Rutina y repetir el proceso									
≥ 5 10 <sup>6</sup> u.f.c./ml	- Desinfección de emergencia o Descontaminación, con parada de la instalación, pasar a Tratamiento de rutina y repetir el proceso.									

**NOTAS:**

- En todos los casos en que el sistema aparece contaminado, bien en la analítica rutinaria o en otra realizada posteriormente de acuerdo a las pautas de actuación, hay que investigar el problema así como revisar y, en su caso, modificar el programa de tratamiento del agua
- Para una correcta aplicación de estos criterios sería conveniente establecer una sistemática de realización de análisis rutinarios.

En U.S.A. diferentes organismos e instituciones nos señalan las clasificaciones y recomendaciones, que recogemos en los siguientes cuadros:

<b>MICROBIOLOGICAL CONSULTATION SERVICES</b>	
<b>LEGIONELA (ufc/ml)</b>	<b>CONSIDERACIÓN</b>
<10	Concentración baja
10÷100	Concentración moderada
>100	Concentración elevada

<b>GTS LEGIONELA WATER TESTING LABORATORY</b>	
<b>LEGIONELA (ufc/ml)</b>	<b>ACCIONES</b>
10÷20	Volver a chequear transcurrido 1 mes y ver si ha aumentado la concentración de Legionela
30÷190	Considerar desinfectar la torre en función de su localización y de las personas que pueden estar expuestas. Revisar el programa de tratamiento en uso. Volver a chequear si la torre ha sido desinfectada. En caso contrario hacer un análisis a las pocas semanas y ver como ha evolucionado la concentración de Legionela.
200÷1000 ó +	Desinfectar la torre. Si la concentración es mayor de 1000 tomar acciones inmediatas. Revisar el Programa de tratamiento. Volver a chequear tras la desinfección y también a las pocas semanas para ver evolución de la concentración de Legionela.

<b>VARIOS MIEMBROS AWT</b>	
<b>LEGIONELA (ufc/ml)</b>	<b>ACCIONES</b>
0÷10	Incrementar adición de biocida
10÷100	Incrementar biocida. Revisar Programa de tratamiento. Volver a testar hasta obtener <10 ufc/ml
100÷1000	Desinfectar /Limpiar antes de 30 días. Revisar Programa de tratamiento
>1000	Desinfectar/Limpiar antes de 7 días. Revisar Programa
Frecuencia de revisión: varía desde mensual hasta anual	

## 5.2.- DIFERENTES INSTALACIONES

Presentamos a continuación dos cuadros en los que se recogen los criterios de actuación y clasificación que dos organismos de U.S.A. nos señalan para diferentes tipos de instalación, y en los que podemos hacer una comparación entre los distintos sistemas y también en el nivel de sensibilidad de las diferentes organizaciones:

CRITERIOS OSHA			
ACCION	TORRES DE REFRIGERACION (Legionela ufc/ml)	AGUA CONSUMO HUMANO (Legionela ufc/ml)	HUMIDIFICADORES (Legionella ufc/ml)
1	100	10	1
2	1000	100	10

- **Acción1:** Preparar limpieza y/o tratamiento con biocida del sistema
- **Acción 2:** Limpieza y/o tratamiento con biocida inmediatos. Tomar medidas para evitar la exposición de los empleados

GUÍA AMERICANA PARA CENTROS SANITARIOS (AREAS CON INDIVIDUOS DE BAJO RIESGO)		
CONCENTRACION DE LEGIONELA (ufc/ml)	TORRES DE REFRIGERACION	A.C.S.
Detectable pero < 1	A	B
1 – 9	B	C
10 – 99	C	D
100 – 999	D	E
1000 ó +	E	E

CLAVES:  
 A = Nivel bajo de preocupación  
 B = Ligera preocupación, pero el sistema es un potencial amplificador de Legionella  
 C = Preocupación en aumento. Debe considerarse realizar una desinfección  
 D = Niveles inusualmente altos, cercanos a los que causan brotes. Desinfección del sistema  
 E = Niveles muy altos. Brote potencial. Descontaminación inmediata.

## 6.- EVALUACIÓN DE RIESGOS

Es evidente que disponer de un método de Evaluación de Riesgos asociados a un sistema de enfriamiento de agua puede resultar una herramienta muy útil.

No obstante, no resulta fácil establecer un método de evaluación que permita establecer una calificación objetiva del riesgo analizado, ya que, en primer lugar, hay que considerar que la validez del riesgo considerado es muchas veces subjetiva, teniendo una gran relación con la experiencia del que lo evalúa.

Para establecer el riesgo de contraer Legionelosis debido a la presencia de un sistema, hacemos una primera clasificación de los factores de riesgo asociados: **factores propios de la instalación y factores externos**.

Los **factores externos** pueden ser agrupados de la siguiente forma:

- Factores que influyen en el **transporte de microorganismos**.
- Factores que influyen en la **virulencia de los microorganismos**.
- Factores que influyen en la **susceptibilidad de los individuos**.
- Factores relativos al **tipo y tiempo de exposición**.

Algunos de estos **factores externos**, como el “transporte de microorganismos” o la “virulencia” de los mismos, todavía no han tenido un desarrollo científico suficiente, por lo que a día de hoy no se conocen en profundidad. Resulta obvio decir que en estas circunstancias su evaluación es complicada.

Por su parte, los **factores propios de la instalación** se pueden dividir en:

- Factores que supone una **oportunidad de multiplicación** de los microorganismos.
- Factores que pueden influir en los **mecanismos de diseminación** de microorganismos.
- Factores **complementarios**.

Inciendo en los **factores propios de la instalación**, (ámbito en que se puede actuar en el diseño, ejecución y mantenimiento de las instalaciones) exponemos una tabla que presenta una relación exhaustiva de factores, tanto de los que contribuyen a la **multiplicación** de los microorganismos como a la **diseminación** de los mismos. Además incluimos aquellos otros factores que denominamos **complementarios**.

Se deben relacionar **factores externos** con **factores propios de la instalación**, cuantificando todos los puestos en juego. Resulta fácil imaginar que la evaluación de los diferentes factores expuestos, en relación a su incidencia e importancia, es complicada, y que debería ser corregida en base a las experiencias que se fueran obteniendo.

FACTORES DE RIESGO PROPIOS DE LA INSTALACIÓN	
GRUPO	FACTOR
OPORTUNIDAD DE MULTIPLICACION	Presencia de agua estancada
	Concentración de Legionela pneumophila, Serogrupo 1
	Concentración de Legionela pneumophila, Serogrupos 2-14
	Concentración de Legionela spp
	Concentración de otras bacterias heterótrofas
	Presencia de protozoos y algas
	Presencia de nutrientes
	Tamaño del sistema [área superficial disponible para el desarrollo de biofilm (comparada con el volumen de agua)]
	Presencia de biofilm
	Calidad del agua <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza</li> <li>- pH</li> <li>- Presencia de productos de corrosión</li> <li>- Presencia de incrustaciones y suciedad</li> <li>- Conductividad /TDS</li> <li>- Límites de control fuera de rango</li> <li>- Sólidos en suspensión</li> <li>- Control de productos químicos de tratamiento de agua, purga</li> </ul>
	Temperatura del agua
	Características del agua de reposición
	Insolación directa
	Estado físico del sistema
	Horas de funcionamiento del sistema
	Programa de control microbiológico
MECANISMOS DE DISEMINACIÓN	Sistema abierto
	Generación de aerosol
	Modo de operación <ul style="list-style-type: none"> <li>- Operación intermitente</li> <li>- Uso estacional</li> </ul>
	Eficacia eliminador gotas/Eliminación del penacho
	Dispersión del aerosol
	Localización del sistema (distancia a otros sistemas de enfriamiento de agua, tomas de aire, ventanas y paseantes)
COMPLEMENTARIOS	Contaminación anterior
	Proximidad a otras torres contaminadas

## 6.1.- PROPUESTA DE EVALUACION DE RIESGOS

Como complemento al RD 865/2003, se están elaborando Guías Técnicas para cada tipo de instalación, en cuyos borradores se recogen propuestas de Evaluación de Riesgos del sistema considerado.

La metodología propuesta incluye los factores estructurales (asociados a las características propias de la instalación), factores de mantenimiento (asociados al tratamiento y al mantenimiento que se realiza) y factores de operación (asociados al funcionamiento). Los factores individuales que se consideran son los mismos o equivalentes a los anteriormente expuestos, pero agrupados de la forma indicada.

Para cada factor individual considerado, se establecen los criterios para clasificarlo como factor de riesgo bajo, medio o alto, así como las medidas correctoras que una vez implementadas bajarían la clasificación del riesgo.

La valoración global de todos estos factores se determina con el “índice de acciones correctoras”. Este se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) y se establece un valor global ponderado. El “índice de acciones correctoras” permite la visión conjunta de todos los factores y facilita la decisión sobre la necesidad y la eficacia de implementar acciones correctoras adicionales en función de las características propias y específicas de cada instalación.

## 6.2.- CRITERIOS DE APLICACION DE LA EVALUACION DE RIESGOS

Aunque no se ha establecido nada al respecto, parece claro que la Evaluación de Riesgos debe ser dinámica a lo largo del tiempo.

Teniendo en cuenta que debe cumplirse siempre el RD 865/2003, cuidando muy especialmente el mantenimiento de las condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua, la Evaluación de Riesgos nos permitirá disponer de una visión más completa sobre la potencial peligrosidad de la instalación. Por ello se podría proponer evaluar el riesgo en las siguientes situaciones:

- Cuando se diseña la instalación
- Cuando cambien sustancialmente las condiciones de partida, o se produzcan modificaciones estructurales o de operación.
- Una vez al año.

## 6.3.- CRITERIO ALTERNATIVO PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO

A modo de curiosidad y con intención de transmitir la idea de que en la cuestión de la Legionela y Legionelosis hay camino por recorrer vamos a indicar un criterio de evaluación de riesgo que se presenta en U.S.A.

Hasta ahora, el parámetro más utilizado, para establecer el riesgo de Legionelosis asociado a una instalación, es la Concentración de Legionela. Sin embargo, en 1993, Millar y Kennep propusieron la utilización de un parámetro diferente: **la relación entre la concentración de Legionela y el Recuento Bacteriano Total**; es decir, el ratio frente a otras bacterias presentes.



La propuesta se basa en la observación de que, en el medio natural, el ratio de Legionela en relación a otros organismos es inferior al 1%. Una segunda consideración es que en las torres de refrigeración esta relación puede ser ocasionalmente muy alta, sugiriendo que éstas pueden ser selectivas para la Legionela; es decir, que esta bacteria se hace predominante y se convierte en el principal microorganismo, lo que puede ser debido a la existencia de cepas resistentes a los biocidas utilizados. Un ratio alto Legionela-Otras Especies indica, a menudo, una reducción en la competencia microbiana, lo que puede conducir a un crecimiento excesivo de la primera.

La propuesta de Miller y Kenepf toma como base un estudio realizado sobre un total de 1152 torres a lo largo de 4 años, desde 1988 a 1991. En el mismo se observó que unas pocas torres tuvieron aproximadamente un 100% de Legionela, lo que significa que prácticamente eran indetectables otras bacterias cultivables. La gran mayoría de estas torres presentaban concentraciones en la categoría de riesgo alto (> 1000 ufc/ml) lo que suponía una "selección completa" (medio totalmente selectivo) para Legionela. Es decir, la pérdida de competencia microbiana en el agua de la torre puede permitir a la Legionela proliferar hasta niveles de riesgo.

La observación de que la selección para Legionela era un hecho habitual en las torres, de que en un porcentaje apreciable de casos el ratio Legionela/Recuento Bacteriano Total era mayor del 50%, y de que, en las torres en que la Legionela era la única bacteria detectable prácticamente, se producían niveles de concentración de la misma en la categoría de riesgo alto (> 1000 ufc/ml), llevó a Miller y Kenepf a proponer la utilización del ratio **Legionela/Recuento Bacteriano Total** como parámetro de evaluación del riesgo que puede suponer una torre en la transmisión de Legionelosis.

## 7.- RESUMEN FINAL

Como resumen de lo que hemos ido exponiendo a lo largo de la presente comunicación, destacamos aquellos aspectos que nos parecen más interesantes:

- La normativa sobre Legionela ha ido mejorando considerablemente, pero debe ser complementada y mejorada.
- Las Guías sobre diferentes tipos de instalaciones, que se están preparando, pueden ser ese complemento (habrá que examinar su contenido una vez publicadas)
- Los tratamientos alternativos al Cloro y al Choque Térmico, que se han ido proponiendo, han resultado exitosos en muchos casos, especialmente en A.C.S.. No obstante, también hay referencias de que en circunstancias aparentemente similares unas veces han sido eficaces y otras no.
- Para el caso de las torres de refrigeración los tratamientos alternativos han resultado más problemáticos y no suelen aparecer recomendados en la literatura científica.
- Las concentraciones permitidas de Legionela y de Heterótrofos varían de una normativa a otra (de un país a otro) y entre los diferentes organismos. Asimismo, las acciones correctoras establecidas para cada nivel pueden ser diferentes.
- Los valores de concentración de Legionela permitidos en la normativa española son comparativamente muy bajos. Además, en el caso de tasas elevadas de Heterótrofos nos remite a la concentración de Legionella existente en ese momento,

estableciéndose las pautas de actuación únicamente en función de esta última. Existen países en los que se actúa teniendo en cuenta ambos parámetros, tomando acciones correctoras cuando alguno de ellos sobrepasa los límites establecidos.

- La Evaluación del Riesgo, que posiblemente recojan las futuras Guías, puede ser una buena herramienta para realizar un mejor mantenimiento y manejo de la instalación.
- En definitiva, como hemos ido viendo en la exposición de esta comunicación, en el tema de la Legionela y la Legionelosis hay un largo camino que recorrer y quedan muchos criterios por asentar.

## **8.- BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- Ministerio de Sanidad – España. Real Decreto 865/2003. “Criterios Higiénico – Sanitarios para la Prevención y Control de la Legionelosis”.2003.
- 2.- UNE. Norma UNE 100-030-01: “Guía para la Prevención y Control de la Proliferación y Diseminación de la Legionela en Instalaciones. 2001.
- 3.- Association of Water Technologies (AWT). “LEGIONELLA 2003: An update and Statement”. 2003
- 4.- J. E. Stout, R. R. Mider. “Legionella in residential water systems”. ASHRAE JOURNAL. May 2004.
- 5.- F. J. Gonzalez Ruiz. “El control de la Legionela en sistemas de agua de enfriamiento”. AMICYF: 5.Septiembre 1999.
- 6.- Yu-sen E. lin, Radisav D. Vidia, Janet E. Stont and Victor L. Yu. ”Legionella in water distribution systems”. Journal AWWA, Vol 90: 112. September 1998.
- 7.- Zeta Corporation. “El Zeta-Rod elimina el escudo protector de las bacteris Legionela”. Tucson –Arizona– U.S.A. !999.
- 8.- Tecnologías Medioambientales para Agua, S. L.. “Tratamiento integral del agua: Tecnología Redox”.
- 9.- Glen Pinna. “Exposición de los resultados de análisis sobre Legionela y otros microorganismos en torres de enfriamiento industriales y urbanas”. II CONGRESO INTERNACIONAL DE LEGIONELA. Madrid Septiembre 1997.
- 10.- Australia / New Zealand. Standard. AS/NZS 3666.3:2000.”Air-handling and water system of buildings – Microbial control; Part 3: Performance-based maintenance of cooling water systems”. 2000.
- 11.- OSHA (Occupational Safety & Health Administration). Technical Manual (TED 1 – 0.15 A), Section III – Chapter 7. January. 1999.
- 12.- R. D. Miller, K. A. Kenepp. “Risk assessments for Legionnaires Disease based on continue surveillance of cooling towers for Legionellae”. Legionella: Current state and emerging perspectives, Barbaree J. M., Breiman R.F., Dufour A. P.,eds:40. American Society for Microbiology.1993

- 13.- J. V. Martín Zorraquino, P. Gurrutxaga Arruza. "Problemática de jacuzzis o bañeras de hidromasaje por presencia de Legionela". VIII Congreso Nacional de Reales Academias de Medicina. Zaragoza. Septiembre 2002.
- 14.- ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers). Guideline 12-2000: Minimizing the Risk of Legionellosis Associated with Building Water Services. February 2000.