

ENFRIADORES EVAPORATIVOS, HUMECTADORES Y OTRAS INSTALACIONES ¿PRESENTAN UN MENOR RIESGO DE LEGIONELOSIS TAL Y COMO CONTEMPLA SU CLASIFICACIÓN EN EL REAL DECRETO 865/2003?

EVAPORATIVE COOLERS, HUMIDIFIERS AND OTHER SYSTEMS, HAVE LESS RISK OF LEGIONELLA PROLIFERATION AS IT SHOW THEIR CLASSIFICATION IN THE SPANISH LAW (RD 865/2003)?

GREGORIO DE DIOS DE DIOS

AQUA ESPAÑA. Barcelona

RESUMEN

El Real Decreto 865/2003 por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis establece una clasificación de las instalaciones que son objeto del mismo separándolas en dos grupos, las de mayor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella y las de menor probabilidad. Entre éstas últimas se incluyen los equipos de enfriamiento evaporativo y los humidificadores.

Esta clasificación o separación y el hecho de que para todas ellas no exista un Anexo específico en el Real Decreto que desarrolle los programas de mantenimiento a llevar a cabo, puede crear la falsa imagen de que todos los sistemas que pertenecen a este segundo grupo, tienen un menor riesgo técnico de proliferación de legionelosis y que por tanto la importancia del cumplimiento estricto

de los programas de mantenimiento en éstas instalaciones es menor.

Es por ello importante que se elaboren y apliquen programas de mantenimiento adecuados a las características particulares y a la evaluación del riesgo de cada instalación ya que la pertenencia a un determinado grupo de sistemas no determina el riesgo de proliferación y diseminación de Legionella.

PALABRAS CLAVE

Legionella
Desinfección
Enfriador evaporativo
Humidificadores
Humectadores
RD 865/2003

ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO

Los sistemas de enfriamiento evaporativo del aire se encuentran extendidos en numerosas aplicaciones comerciales e industriales. Con el fin de conocer los fundamentos de su funcionamiento aclararemos inicialmente algunos conceptos básicos.

El enfriamiento evaporativo utiliza la evaporación de agua para enfriar un volumen de aire determinado que circula en contacto con aquella. Este fenómeno provoca una disminución de la temperatura del aire, así como un aumento del grado de humedad del mismo. Por ello este proceso de acondicionamiento del aire se usa solamente sobre aire exterior relativamente seco (climas calurosos

y secos). En las zonas secas de Australia y EE.UU es un método muy utilizado.

No se emplea sobre el aire recirculado de los locales que son acondicionados ya que si no la humedad del aire aumentaría hasta alcanzar valores lejanos a los de confort.

Para conocer las condiciones del aire de salida, se utiliza el diagrama psicrométrico que nos informa de la temperatura seca, humedad absoluta, humedad relativa, entalpía, temperatura de bulbo húmedo, presión de vapor. Cuando se efectúa el contacto aire-agua, el aire disminuye su temperatura seca hasta que ésta alcanza (suponiendo un tiempo infinito) la temperatura de bulbo húmedo.

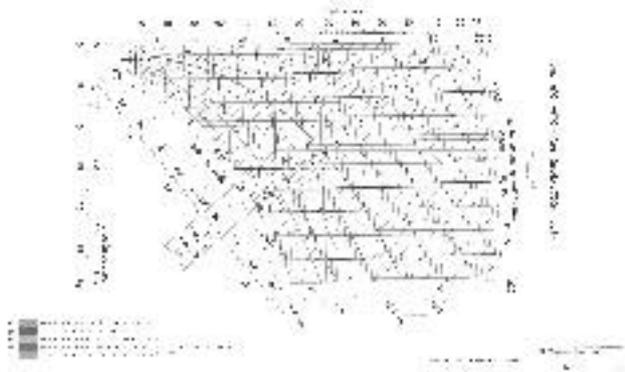


Fig. 1 – Diagrama psicrométrico

En la figura 1 se muestra un diagrama psicrométrico donde partiendo de un aire exterior a 36 °C y con un grado de humedad del 30 % podemos obtener una temperatura de salida de 26,5 °C con un grado de humedad del 70 %. La eficiencia de saturación en este caso sería de un 67 % aunque normalmente se alcanzan eficiencias del 80 hasta un 95%. Este proceso se denomina enfriamiento evaporativo directo. Es un sistema de enfriamiento que podríamos denominar “ecológico” ya que no utiliza ningún tipo de gas refrigerante y la aportación de energía eléctrica es mínima en comparación con los sistemas tradicionales de aire acondicionado.

También existen procesos de enfriamiento indirecto donde una corriente de aire (aire secundario) viene enfriada adiabáticamente y luego se hace pasar a través de un intercambiador de calor. Por el otro lado del intercambiador pasa una corriente de aire (el aire primario) que una vez enfriada por el aire secundario, se dirige al interior del local. En éstos casos el aire dirigido al interior de las instalaciones no ha estado en contacto con agua y por lo tanto ni ha aumentado su humedad ni existe riesgo de proliferación de legionelosis.

Diseño de los sistemas

Los equipos de enfriamiento evaporativo directo se utilizan en diversas aplicaciones (edificios de oficinas, casas particulares, naves industriales, granjas, baños de pintura en industria del automóvil, etc). Podríamos dividirlos en dos grandes grupos:

- Equipos evaporativos por contacto con una superficie humedecida.
- Equipos evaporativos por pulverización.

En los primeros existe un medio poroso interno, a través del cuál va cayendo agua. El aire pasa a través de ese medio poroso impulsado por un ventilador y, una vez enfriado se conduce hacia el interior de las salas o naves. El agua que no se evapora se recoge en la bandeja inferior del equipo y una bomba se encarga de volver a impulsar el agua sobre el medio poroso. Las pérdidas de agua que se producen por evaporación se van reponiendo con agua nueva en función de una boya que controla el nivel.

Cómo en estos sistemas no se pulveriza agua, la única posibilidad de transmisión de Legionella es que se pro-

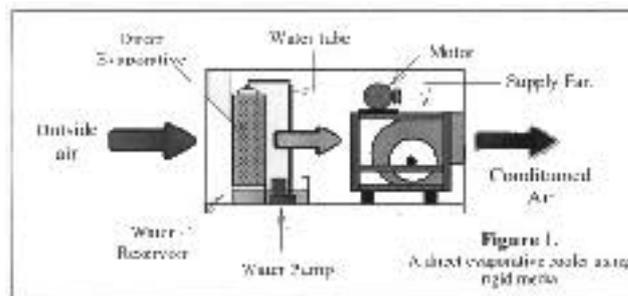


Fig. 2 – Esquema enfriador evaporativo directo

duzca arrastre de gotas bien por un caudal excesivo de aire, bien por un mal estado del medio interno. En cualquier caso existe una superficie mojada con un agua que va incrementando su salinidad y para la que no existe habitualmente control de purga por conductividad, por lo que el medio puede colmatarse con restos de incrustación y servir como soporte al crecimiento bacteriano y fúngico. Además en muchos de los existentes (antiguos) el material del medio por el que circula el agua puede ser susceptible de favorecer el crecimiento microbiológico (derivados celulósicos o incluso paja) cuando los más modernos utilizan ya otros materiales (fibra de vidrio). Es posible que un deterioro en el mantenimiento del equipo pueda conducir a la generación de aerosoles.

La suciedad que arrastre el aire exterior es un factor de riesgo también importante ya que la inclusión de polen, materia orgánica en el interior del sistema favorecerá el crecimiento microbiológico.

Por nuestra experiencia, existen numerosos análisis positivos de Legionella en el agua del interior de éstas instalaciones a pesar de que no han sido reportados brotes asociados a éste tipo de sistemas por la no generación habitual de gotas de agua. Recientemente se ha producido un incidente en una instalación del Gobierno de Queensland (Australia) que ha motivado la publicación de una guía para el mantenimiento de enfriadores evaporativos directos en este Estado.

Para preservar la calidad microbiológica del agua circulante, no es aconsejable utilizar desinfectantes en continuo ya que los productos de descomposición podrían generar problemas en el interior de las salas donde el aire



Fig. 3 – Enfriador evaporativo directo



Fig. 4 – Humidificador por atomización



Fig. 5 – Humidificador por atomización

se destina. Se pueden utilizar métodos físicos, físico-químicos o biocidas cuyos productos de descomposición sean aceptables (como el peróxido catalizado).

Los enfriadores evaporativos que trabajan con pulverización directa de agua si producen aerosoles que pueden ser respirados y por lo tanto deberían trabajar con agua sanitariamente segura y sin posibilidad de reaprovechar el agua una vez utilizada (sin recirculación).

HUMIDIFICADORES

En el caso de los humidificadores el objetivo de los equipos no es enfriar el aire de entrada rebajando su temperatura sino incrementar su nivel de humedad, bien por razones de confort para las personas, bien por razones técnicas (salas de fabricación de materiales diversos, reducción del nivel de cargas electrostáticas) u otras (humidificadores de alimentos).

Ya hemos analizado los fundamentos teóricos de la humidificación con lo que pasaremos a analizar los diferentes equipos

Diseño de los sistemas

En función del método de humidificación se pueden diferenciar tres tipos de sistemas:

- Por evaporación. Las instalaciones serían similares a las existentes para el enfriamiento evaporativo. Un panel por el que se deja caer agua y a través del cual se hace circular el aire a humidificar.
- Por atomización. Son pulverizaciones directas del agua en la sala a humidificar. Se pueden realizar mediante boquillas pulverizadoras impulsadas por bombas a alta presión o mediante dispositivos de ultrasonidos. En este tipo de sistemas, el aerosol formado si puede entrar en contacto con el personal de la sala humidificada ya que no existe ningún tipo de separador de gotas que pueda evitar el contacto.
- Mediante vapor. En éste caso se genera vapor de agua a más de 100 °C con lo que no existe riesgo microbiológico de proliferación de Legionella.

Dejando a un lado los humidificadores de vapor, el resto de equipos pulverizan agua directamente en la sala donde debe corregirse el grado de humedad y algunos de ellos (los más pequeños) no disponen de renovación automática de agua por lo que el tiempo de residencia del agua en el interior del sistema puede llegar a ser muy largo con probabilidad de tener condiciones adecuadas para el desarrollo no sólo de Legionella sino de otros organismos susceptibles de generar enfermedades.

Los humidificadores industriales por atomización funcionan generalmente a un solo paso, sin recirculación de agua y además suelen disponer de sistemas físicos de desinfección previos a la aerosolización (generalmente equipos de radiación ultravioleta), con lo que podrían considerarse más seguros.

De hecho, existen brotes de legionellosis documentados asociados a humidificadores como por ejemplo un brote en un hotel del Sur de Gales en Enero del año 2000 con 5 personas afectadas y dos muertas dónde el foco se encontraba en un humidificador que existía en el comedor del hotel y que se utilizaba para que los alimentos tuvieran una presencia más fresca.

No sólo legionellosis sino que existen otras enfermedades, algunas de ellas asociadas al síndrome del edificio enfermo, donde el papel de los bioaerosoles parece jugar un papel importante. Existen trabajos que sugieren una relación entre los procesos de enfriamiento y humidificación y el síndrome del edificio enfermo, asociados a contaminación microbiana o de hongos. La inhalación de endotoxinas, micotoxinas y otros productos microbianos pueden estar en el origen de enfermedades respiratorias. Muchas de estas enfermedades como asma, alveolitis alérgica que puede progresar hacia fibrosis, están asociadas a la utilización de nebulizadores caseros en domicilios particulares.

Es también conocida la llamada fiebre de los humidificadores que se caracteriza por fiebre, escalofríos, dolores musculares y malestar general, pero que no presenta síntomas y signos pulmonares conspicuos. Los síntomas se pueden presentar entre las 4 y 8 horas de iniciada la exposición y remiten dentro de las siguientes 24 horas, sin ningún efecto posterior.

En sistemas de humidificación en los que los aerosoles pueden entrar en contacto con alimentos se deberían analizar *E.coli* y coniformes totales, a parte de evaluar periódicamente *Legionella*.

OTRAS INSTALACIONES

En el resto de instalaciones clasificadas como de menor riesgo en el Real Decreto 865/2003, nos encontramos con algunas donde cómo principal factor de riesgo tenemos la cercanía y facilidad con que las personas pueden estar en contacto con el agente causal (aerosol de agua conteniendo la bacteria) sin la posibilidad de establecer unas barreras claras. Entre éstas se encuentran:

- El riego por aspersión en zonas urbanas.
- Los sistemas de agua fría sanitaria.
- Las fuentes ornamentales (en espacios abiertos o confinados).
- Los túneles o boxes de lavado de coches.

En las dos primeras no existe recirculación de agua siendo instalaciones de un solo paso por el sistema, de manera que el requisito más importante para minimizar el riesgo es la utilización de un agua de alimentación con una calidad microbiológica adecuada. En concreto en algunos municipios y en aplicaciones de riego por aspersión en zona urbana (riego de campos de fútbol, riego jardines urbanos, etc) ya se viene utilizando agua depurada tratada.

En las dos instalaciones siguientes sí puede darse una recirculación de agua con el consiguiente incremento de salinidad (por pérdidas por evaporación), alto tiempo de residencia del agua en los equipos y oportunidad para el crecimiento de bacterias (*Legionella* entre ellas) si las temperaturas son adecuadas.

La tendencia en túneles de lavado de automóviles, por ejemplo, es favorecer el aprovechamiento del agua utilizada, para de ese modo hacer un uso más racional de este recurso (en algunas comunidades autónomas se planteará en el futuro como una obligación), con lo que el riesgo de proliferación de *Legionella* aumentará y se deberán tomar medidas (tratamientos de desinfección) para controlarlo.

En la actualidad, el hecho de que el caso de los túneles o boxes de lavado de automóviles no se encuentre citado de manera explícita en el Real Decreto 865/2003 (aunque sí se incluye su presencia en el apartado del artículo 2), no ayuda a la concienciación del personal involucrado en el diseño y mantenimiento de éstas instalaciones, sobre la importancia de un correcto mantenimiento higiénico-sanitario de las mismas y a la aplicación de medidas correctoras simples y conocidas que minimicen el riesgo (aunque aumenten los costes de explotación del sistema).

Entre los meses de Noviembre 2003 y Enero 2004 se produjo un brote de legionelosis en la región francesa de Pas de Calais con 70 casos y 9 fallecidos. La identificación de la cepa se produjo en una torre de refrigeración y en un túnel de lavado de automóviles, lo que provocó que

las autoridades sanitarias procedieran a clausurar durante un tiempo los centros de lavado de automóviles en un radio de 10 Km.

En otras instalaciones consideradas de bajo riesgo, la dificultad radica en el correcto mantenimiento higiénico-sanitario debido a las especiales circunstancias de la instalación. El caso más claro en este sentido es el de muchos de los sistemas contra incendios donde existen circuitos en los cuáles es improbable que el agente causal entre en contacto con personas ya que no se producen aerosoles de forma habitual y hay una dificultad clara para lograr un tratamiento adecuado del agua del interior del sistema que permanecerá estancada durante muchos días. La no existencia de recirculación o la presencia de múltiples ramales ciegos hacen que sea prácticamente imposible que un tratamiento desinfectante llegue a todos los puntos de posible aerosolización.

Otras instalaciones de bajo riesgo no citadas explícitamente en el Decreto 865/2003 son los equipos industriales de lavado de gases. En muchos de ellos la probabilidad de desarrollo de la bacteria es prácticamente nula debido a las temperaturas alcanzadas y la vaporización completa del agua que efectúa el lavado del gas. De todas formas se ha reportado un brote producido por una instalación industrial de lavado de gases en las ciudades noruegas de Sarpsborg y Fredrikstad con 39 casos y 5 fallecidos.

CONCLUSIONES

La clasificación establecida en el Real Decreto 865/2003 separa a las instalaciones de mayor y menor probabilidad de proliferación y diseminación de *Legionella* y legionelosis, atendiendo al uso o función a la que se destinan y teniendo en cuenta el número de brotes y/o casos de legionelosis asociados a cada una de ellas.

Esa separación a nivel legal puede conducir a relajar los programas de mantenimiento o disminuir la atención higiénico-sanitaria sobre los equipos considerados de menor riesgo. Algunas de estas instalaciones ya han estado asociadas a la aparición de brotes de legionelosis.

Entre las instalaciones consideradas de menor riesgo, como los enfriadores evaporativos, humidificadores y otras instalaciones, las diferentes condiciones de funcionamiento que se dan (régimen de trabajo, proximidad de los aerosoles a personas de riesgo, diseño, etc) dentro incluso de cada categoría, plantea la necesidad de realizar evaluaciones del riesgo de cada sistema en particular y establecer criterios de mantenimiento, tratamiento, análisis y limpieza y desinfección adecuados a cada caso.

Las guías técnicas ayudarán sin duda a establecer esos criterios y a mantener las instalaciones en mejores condiciones higiénico-sanitarias con independencia de su clasificación en el Real Decreto 865/2003.

BIBLIOGRAFÍA

- CDSC. Legionellosis associated with a hotel in South Wales. Commun Dis Rep CDR Wkly 2000; 10: 81. (<http://www.phls.co.uk/publications/CDR00/cdr0900.pdf>)*
- Legionnaires' disease outbreak associated with a grocery store mist machine-Louisiana, 1989. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 1990; 39: 108-9. (<http://www.cdc.gov/epo/mmwr/preview/mmwrhtml/00001563.htm>)
- Code of best practice – 1. Cold water humidification systems. Publicado por la HEVAC Association, Humidity Group.
- Maintenance of Evaporative Coolers to Control the risk of Legionella. Publicado por Department of Public Works. Queensland Government; Noviembre 2004.
- 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.
- UNE 100030:2005 IN. Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de *Legionella* en instalaciones.
- Guías Técnicas del Ministerio de Sanidad y Consumo. Junio 2006.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, NTP 288: Síndrome del edificio enfermo: enfermedades relacionadas y papel de los bioarosoles.
- E. Ordoqui, M. Orta, A. Aranzábal, M.C. Martínez, F. Idoate, M.J. Trujillo, J.M. Zubeldia y M.L. Baeza. Alveolitis alérgica extrínseca por exposición a un humidificador ultrasónico. Alergol. Inmunol. Clin. 2000; 15:400-404.