

con otro aire

En muchos edificios los peligros acechan. Pequeños microorganismos, como la bacteria *Legionella pneumophila*, viven latentes entre sus recovecos a la espera de la menor oportunidad para poder propagar a los cuatro vientos su mortífero veneno. Aunque existe información suficiente sobre el origen, forma de contagio y de transmisión de esta dolencia, raro es el año en que esta fatídica palabra no salga a la palestra. El endurecimiento de las normas legales, el uso de otros sistemas alternativos a la mayoría de las actuales instalaciones de suministro de agua y de acondicionamiento del aire pueden ser, junto con la investigación en nuevas técnicas de control, las claves para prevenir y superar este problema sanitario. Pero para ello se necesita el concurso de todas las partes implicadas, desde los propios empresarios y las distintas administraciones, hasta los responsables de los sistemas de climatización y servicios de prevención de las empresas e, incluso, de los arquitectos e ingenieros, al menos en los inmuebles de nueva construcción.

TEXTO: MANUEL C. RUBIO FOTOGRAFÍA: AGE FOTOSTOCK

Pocas convenciones de militares, por no decir ninguna, han alcanzado tanta notoriedad como la celebrada por la Legión Americana en el verano de 1976 en un hotel de la ciudad estadounidense de Filadelfia. Y no precisamente por lo allí acordado. El motivo que captó la atención de medio mundo fue otro bien distinto: un brote epidémico que se extendió rápidamente entre los más de 4.000 asistentes a esta reunión, provocando 221 casos de neumonía y la muerte de 34 personas. El culpable: un agente infeccioso no identificado.

La enfermedad del legionario, como fue bautizada rápidamente por la prensa, supuso en aquel entonces un auténtico reto para los investigadores. Sin embargo, no fue hasta un año después cuando el Centro de Control de Enfermedades

(CDC) de Atlanta logró identificar a esta bacteria a la que, por cierto, no se molestó demasiado en buscarle un apelativo original y denominó *Legionella pneumophila*.

El agente causal

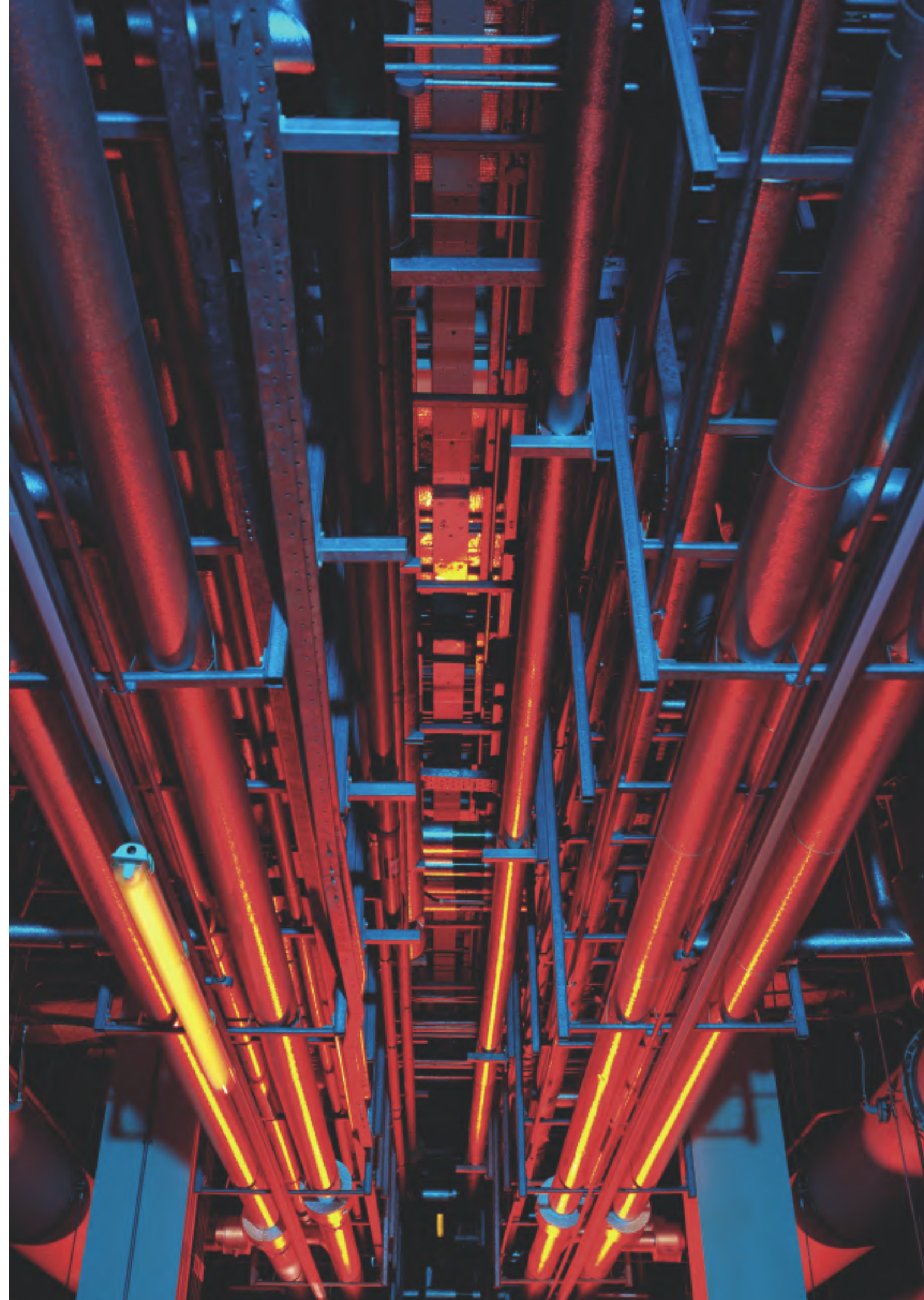
El nuevo agente resultó ser un género de bacteria (aeróbico Gram negativo) ampliamente extendido en los medios acuáticos naturales —ríos, lagos, estanques, arroyos, aguas termales, lodos, etc.—, de gran movilidad y capaz de sobrevivir en pequeñas cantidades en condiciones ambientales muy diversas. Para que su concentración aumente, y por tanto entrañe un riesgo para las personas, debe colonizar las instalaciones de suministro de agua y los sistemas de acondicionamiento del aire de los edificios, lugares donde este microorganismo encuentra las

condiciones de temperatura idóneas para su multiplicación (entre 20 y 45 °C), la protección física necesaria y los nutrientes apropiados.

Es entonces y a partir de estos equipos cuando la *Legionella* puede infectar a las personas si el agua es pulverizada en forma de aerosoles, de tal forma que la bacteria pueda ser transportada por el aire en pequeñas gotas e inhalada por las personas. Es decir, la vía de transmisión de esta enfermedad es aérea, sin que hasta el momento haya podido ser documentada la transmisión entre personas ni la infección por ingestión de agua contaminada.

Principales focos contaminantes

En consecuencia, y tal y como se asegura desde el Instituto Nacional de Seguridad





CADA VEZ QUE SURGE UN NUEVO BROTE DE LEGIONELA SE VUELVE A PONER EN ENTREDICHO LA SEGURIDAD DE LOS ACTUALES SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN, FUNDAMENTALMENTE LAS TORRES, HASTA EL PUNTO DE QUE ALGUNOS SECTORES SANITARIOS ABOGAN POR RESTRINGIR EL USO DE ESTOS SISTEMAS

e Higiene en el Trabajo (INSHT), los focos de contaminación que con mayor frecuencia han sido relacionados con los brotes epidémicos son todas aquellas instalaciones en las que, especialmente en condiciones de suciedad, sus temperaturas habituales de trabajo coinciden con las de máxima multiplicación de esta bacteria ambiental, esto es, torres de refrigeración, condensadores evaporativos, circuitos de distribución de agua caliente sanitaria y baños termales, entre otras.

En España, al igual que ocurre en el resto de países desarrollados, esta bacteria vive latente, como agazapada, pero siempre lista, si le dejan, para propagar a los cuatro vientos su mortífero veneno. Porque en las ciudades, como en la selva, los peligros acechan. Más aún en este caso en el que el enemigo incluso duerme en casa, aunque, eso sí, sea sin que nosotros lo sepamos.

Desde 1980, fecha en la que se registró en nuestro país el primer brote de legionelosis en un hotel de Benidorm, raro ha sido el año en que esta fatídica palabra no haya salido a la palestra. Y es que, a pesar de la información que se tiene sobre la dolencia –origen, formas de contagio y de transmisión–, las epidemias de esta enfermedad se repiten periódicamente por toda la geografía española.

Torres de refrigeración

Si bien es cierto que en 2005 el número de casos de legionela registrados en España se redujo notablemente con relación a los de los primeros años de este

siglo XXI –1.158 casos frente a los más de 1.400 ocurridos en 2002, según datos del Centro Nacional de Epidemiología–, también lo es que cada vez que surge un nuevo brote se vuelve a poner en entredicho la seguridad de los actuales sistemas de refrigeración, fundamentalmente las torres, hasta incluso el extremo de que desde algunos sectores sanitarios se llegue a abogar sin tapujos por restringir el uso de estos sistemas, auténticos símbolos del dominio del hombre sobre la naturaleza, de cómo sobreponerse a las inclemencias del tiempo y, en definitiva, de querer estar calientes cuando hace frío y de refrescarse cuando el calor aprieta.

Unas acusaciones de las que se defiende la Asociación Nacional de Empresas de Frío y Climatización (Anefryc), que niega que las torres de refrigeración sean, como habitualmente se afirma, el origen de la mayoría de los brotes de legionelosis. Esta asociación, que agrupa a más de 250 empresas divididas en ocho grupos sectoriales de trabajo, entre las que se encuentran los principales fabricantes de sistemas de refrigeración evaporativa del país, asegura que las torres son instalaciones de riesgo, pero que, según estudios estadísticos publicados, ni siquiera son las que presentan mayor peligro puesto que deben ser objeto de un rígido control conforme a las disposiciones establecidas en este sentido por la ley, de forma que, recalcan, resulta difícil que se conviertan en origen de los brotes, a no ser que estén sometidas a un cierto abandono.

Avivar la polémica

Sea como fuere, la polémica que rodea a estos equipos de climatización llevó recientemente a todas las comunidades autónomas a comprometerse, en una reunión de la Comisión Nacional de Salud Pública celebrada el 30 de septiembre de 2005, a impulsar la realización de estudios sobre las torres de refrigeración y sus riesgos, así como a adoptar una política común de prevención contra esta enfermedad, cuyas líneas de actuación deberían ser perfiladas en una reunión técnica a principios de 2006.

Así las cosas, otra noticia fechada a principios del pasado noviembre vino a echar todavía más leña al fuego de esta controversia: según un estudio sobre la legionelosis en Barcelona, becado por el Colegio Oficial de Farmacéuticos de la capital catalana, ocho de cada diez torres de refrigeración que son origen de los brotes de legionela incumplen la normativa actual que obliga a los propietarios de estas instalaciones a aplicar medidas preventivas de revisión, mantenimiento y desinfecciones de choque periódicas.

Los datos de este estudio, llevado a cabo por tres farmacéuticos, señalan igualmente que sólo en el 3% de las torres se utiliza algún producto alguicida, en el 7% un producto regulador del pH y en el 84% un anticorrosivo. Este trabajo concluye asimismo que el 47% de las torres analizadas no realizan ningún tratamiento previo del agua, como filtración o descalcificación.

Por su parte, el secretario general de Anefryc, Manuel Lamúa, insiste en la

importancia de localizar fehacientemente el origen de cada brote epidémico de legionelosis, ya que, en su opinión, para que éste se produzca asociado a una torre de enfriamiento es necesario que se dé una cadena de sucesos que considera altamente improbable: la existencia de una alta concentración de la colonia de la bacteria que inicialmente entre en la instalación, así como de condiciones incontroladas que permitan esta multiplicación; la descarga de una corriente de aire con aerosoles contaminados al ambiente y, por último, que un número suficiente de microgotas de los aerosoles sean inhalados por personas susceptibles a la enfermedad.

A juicio de este especialista en ingeniería del frío, en el origen de un foco tendrían que concurrir todas y cada una de estas circunstancias y en orden correlativo, ya que, de lo contrario, si cualquiera

de estos cuatro eslabones se rompe las posibilidades de contaminación serían entonces nulas.

En este sentido, Anefryc exige que, en cada caso de legionelosis que se presente, no se especule ni se lancen acusaciones precipitadas contra estos sistemas, ya que, en demasiadas ocasiones, lo único que se ha conseguido es desacreditar gratuita e injustamente a tecnologías y equipos, como son las torres de refrigeración y condensadores evaporativos, que no sólo ahorran energía y agua sino que además contribuyen significativamente a la reducción del efecto invernadero.

A favor de estos equipos de condensación por agua –en Europa existen más de una treintena de fabricantes con más de 50 plantas de producción que proporcionan trabajo a unos 7.000 empleados, con una facturación media anual superior

a los 500 millones de euros, según se apunta desde Anefryc–, juega además el hecho de que ocupan poco espacio, son relativamente silenciosos y, sobre todo, económicos y seguros si se mantienen adecuadamente.

Sus detractores, en cambio, señalan que estas instalaciones, utilizadas en casi todas las aplicaciones industriales que requieren refrigeración, pueden propagar la legionela, aun cumpliendo la legislación vigente.

Alternativas posibles

Las alternativas, por tanto, pasan o bien por endurecer las normas –el Gobierno aprobó en julio de 2003 un nuevo Real Decreto para incrementar los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis en aquellas instalaciones de centros sanitarios, hoteles u

Medidas de prevención y control

Aunque es difícil disponer de métodos de prevención y control de la legionella totalmente eficaces –fundamentalmente porque ésta es una bacteria ubicua en el ambiente cuya erradicación sería ilusoria y porque es más resistente que otros microorganismos a la acción de los medios físicos y químicos de control habitualmente empleados–, el Real Decreto del 4 de julio de 2003 establece en su articulado el conjunto de medidas preventivas que, con carácter general, pueden disminuir considerablemente el riesgo.

De acuerdo con esta normativa, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) señala que, en el caso concreto del diseño de nuevas instalaciones o de modificación y reforma de las ya existentes, se deberá controlar la temperatura del agua mediante el uso de aislamientos térmicos para evitar que ésta permanezca entre los 20 y los 45 °C, intervalo de máximo desarrollo de la bacteria, así como utilizar materiales que no sean adecuados para su proliferación (se evitará el uso de madera, cuero, plásticos y ciertos tipos de gomas y masillas), y que sean resistentes a la acción de los desinfectantes y la corrosión.

Asimismo, se deberán eliminar las zonas de estancamiento del agua (tramos ciegos, tuberías de *by pass*, etc.) en las que los tratamientos de desinfección no son tan eficaces y pueden provocar la recolonización del sistema; y se dispondrán, en los aparatos en los que se generan aerosoles, de sistemas separadores de gotas de alta eficiencia cuyo caudal de agua arrastrada deberá ser inferior al 0,05% del caudal de agua en circulación.

Por último, las torres de refrigeración y sistemas análogos deberán ubicarse lejos de tomas de aire, ventanas o lugares frecuentados, y se garantizará, en todos los casos, la existencia de accesos que permitan la fácil inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras de todos los equipos y aparatos.

Para conseguir el control de la legionela casi todas las medidas abogan por la acción coordinada de los biocidas y los choques

térmicos. No obstante, el empleo de estos métodos no siempre evita que se vuelvan a producir nuevas contaminaciones, ya sea por la existencia de bacterias termorresistentes, por un mal diseño de las redes de distribución, o por a la existencia de biofilmes que protegen a las bacterias de la acción de los desinfectantes.

Entre los métodos alternativos, un estudio del INSHT señala que diferentes autores han probado la eficacia *in vitro* del ozono y el peróxido de hidrógeno en comparación con el cloro, sometiendo las pruebas a diferentes pH y temperaturas. Los resultados demuestran que tanto el ozono como el peróxido de hidrógeno son eficaces y más seguros que el cloro, dado que sus productos de descomposición (oxígeno y agua) son inocuos. Igualmente, otros estudios en los que se han comparado la acción del ozono, el cloro, el aumento de temperatura y la radiación ultravioleta han revelado que todos ellos son eficaces en la eliminación de la bacteria, pero que los dos últimos son más rápidos.

Otros métodos han apostado por el uso de iones metálicos (cobre o plata) en solución, demostrando que cuando esos iones son absorbidos por la bacteria afectan a su equilibrio enzimático inhibiendo sus capacidades respiratorias y reproductivas.

Asimismo, también se ha revelado eficaz el uso de equipos generadores de radiación ultravioleta, especialmente en los circuitos de suministro y recirculación de agua, pero no tanto en zonas de estancamiento del agua y en tramos ciegos, debido a la disminución de su eficacia por acumulación de incrustaciones sobre el equipo.

Según el INSHT, de estos estudios se desprende, por un lado, la dificultad que existe a la hora de extrapolar los resultados obtenidos en los ensayos realizados *in vitro* a las situaciones reales. Y, por otro, la necesidad de mejorar el conocimiento de la *Legionella pneumophila* mediante la utilización de métodos moleculares, lo que permitirá el desarrollo de metodologías de prevención y erradicación más sencillas y eficaces.

otro tipo de edificios en los que la bacteria es capaz de proliferar y diseminarse, o bien por implantar otros sistemas.

Nueva normativa

En el primer caso, este Real Decreto, actualmente en vigor, incluye mayores condiciones estructurales de las instalaciones, así como una nueva redacción de los indicadores de la calidad del agua y de las actuaciones a realizar según los niveles de contaminación en el caso de las torres de refrigeración y de los condensadores evaporativos. Asimismo, establece un nuevo protocolo para los sistemas de agua climatizada con agitación constante y recirculación a través de chorros de alta velocidad (*spas, jakuzzis*, bañeras terapéuticas o de hidromasaje).

En virtud de esta normativa, los titulares y las empresas instaladoras de torres de refrigeración y condensadores evaporativos están obligados a notificar a la administración sanitaria competente, en el plazo de un mes desde su puesta en funcionamiento, el número y características técnicas de éstas, así como las modificaciones que afectan al sistema. El mismo plazo se establece para la notificación del cese definitivo de la actividad de la instalación.

Por lo que respecta a los titulares de las instalaciones, fabricantes, instaladores, mantenedores u otras entidades que dispongan de información, estarán obligados a atender las demandas de información realizadas por las autoridades sanitarias competentes. A este efecto, deberán disponer de los correspondientes registros donde figuren las operaciones realizadas, que estarán a disposición de la autoridad sanitaria.

Otras opciones técnicas

En cuanto a la posibilidad de utilizar otras opciones técnicas –en la actualidad se calcula que existen más de 500.000 equipos de enfriamiento evaporativo instalados en Europa– los expertos apuntan, en primer lugar, a la refrigeración también con agua, pero con un sistema interior que capte el líquido del subsuelo. Diferentes centros hospitalarios y entidades financieras ya han optado por este sistema que utiliza el agua de origen subterráneo para el enfriamiento de los equipos de refrigeración y con el que, según sus impulsores, es prácticamente imposible que se reproduzca la bacteria.

Sin embargo, la climatización con acuíferos no es apta para todos los inmuebles porque, en primer término, es preciso averiguar mediante las oportu-

nas prospecciones que existe el caudal de agua en el subsuelo y, finalmente, se necesita el oportuno permiso para tomar el agua de la confederación hidrográfica de turno.

Otra opción sería la condensación por aire, el sistema al que todos señalan como el más seguro para evitar la reproducción de la legionela. Sin embargo, estos dispositivos, que enfrían el aire exterior que se envía a los locales que se pretende acon-

tañar. Asimismo, el hecho de que precisen de un mayor número de ventiladores los convierte en mucho más ruidosos, lo que obliga a instalar sistemas de insonorización que encarecen el precio final.

Pero el principal punto flaco de estos sistemas radica en su mayor consumo de energía. Se estima que estos condensadores de aire consumen un 30% más que las torres de refrigeración. Según la Aso-

SEGÚN ANEFRYC, LOS EQUIPOS DE CONDENSACIÓN POR AGUA AHORRAN AGUA Y ENERGÍA Y CONTRIBUYEN A LA REDUCCIÓN DEL EFECTO INVERNADERO. ADEMÁS, OCUPAN POCO ESPACIO, SON RELATIVAMENTE SILENCIOSOS Y, SOBRE TODO, ECONÓMICOS Y SEGUROS SI SE MANTIENEN ADECUADAMENTE

dicionar, presentan una serie de inconvenientes que dificultan su generalización en las ciudades.

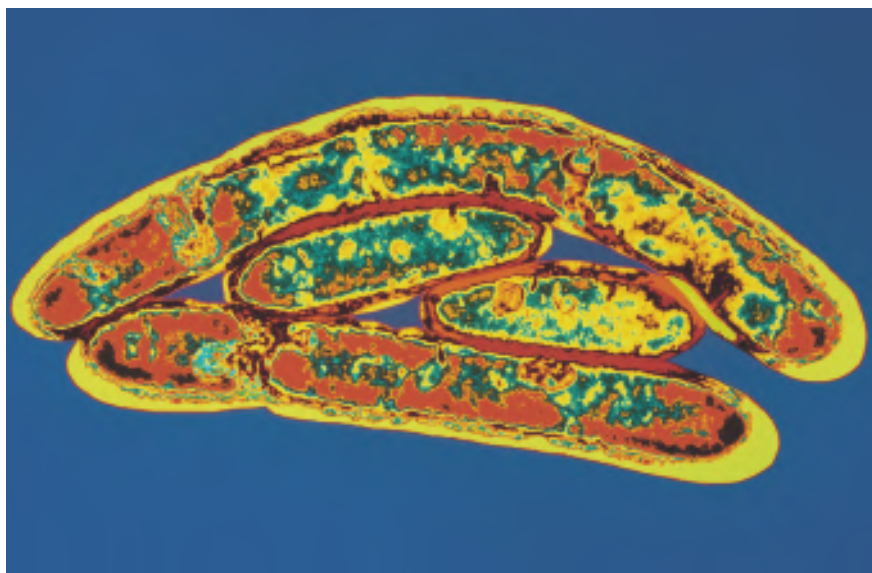
Unas desventajas que empiezan porque en la condensación por aire las temperaturas de evaporación son mucho más altas, entre 37 y 45 grados, lo que convierten a este sistema en una opción poco recomendable, especialmente en ciudades con climas secos y altas temperaturas en verano.

Además, el mayor peso y volumen de estos aparatos –ocupan de dos a tres veces más que una torre de refrigeración– impide su colocación en muchos inmuebles, que se ven incapaces de soportar

la climatización Nacional de Empresas de Frío y Climatización, si todas las instalaciones fueran de este tipo las necesidades energéticas obligarían a montar tres centrales nucleares o siete de ciclo combinado para satisfacer la actual demanda de electricidad.

Llegados a este punto, ¿cómo evitar entonces la propagación de la legionela? En primer lugar, lo que parece claro es que la solución no pasa por dejar de utilizar las torres de refrigeración o los condensadores evaporativos, unos equipos que hoy por hoy presentan múltiples aplicaciones industriales –aire acondicionado para edificios, industrias petroquímicas y

Imagen de bacterias *Legionella pneumonie* obtenida por microscopía electrónica de transmisión y luego coloreada. Las bacterias aparecen seccionadas y ampliadas x5.000 al tamaño de 6x7 centímetros.



farmacéuticas, sector alimentario y automovilístico, producción de acero, fabricación de componentes de electrónica y semiconductores, centrales eléctricas, plantas de cogeneración, refrigeración industrial y de maquinaria— y que, como ya ha quedado dicho, conllevan unos bajos consumos de energía y agua y un escaso impacto medioambiental.

Responsabilidad compartida

Por tanto, lo más oportuno parece que, contando con lo que hay, la prevención de esta enfermedad sea una responsabilidad compartida por todos: desde los propios empresarios y las distintas administraciones, hasta los responsables de los sistemas de climatización, de recursos humanos y de los servicios de prevención de las empresas o, incluso, de los arquitectos e ingenieros, al menos en los edificios de nueva construcción. Así, el uso de técnicas adecuadas tanto en el diseño como en el montaje de las instalaciones, el mantenimiento técnico y sanitario por parte de sus titulares y las distintas administraciones, y el control exhaustivo en el registro de este tipo de sistemas son sin duda condiciones indispensables para poder controlar y eliminar la legionela. Pero también lo son la aplicación rigurosa de la actual normativa y la sanción a quienes incumplen la ley.

Casos como el del municipio alicantino de Alcoy, donde desde 1999 se han sucedido once brotes de legionelosis relacionados en gran parte con la presencia de industrias en el casco urbano, han llevado a la Generalitat Valenciana y al propio ayuntamiento a, por un lado, intensificar las medidas de control —en 2004 se practicaron casi 6.000 inspecciones— y, por otro, a aprobar subvenciones a fondo perdido de hasta 60.000 euros para financiar la sustitución de equipos, elementos, componentes y/o modificación del diseño de las instalaciones industriales que presentan mayor riesgo de transmisión de la bacteria. El resultado: se ha reducido notablemente el número de brotes y el de personas afectadas.

Esfuerzos coordinados y combinados que, junto con la investigación y profundización en nuevos métodos de prevención y erradicación, es seguro que se deberán intensificar en el futuro. Porque no conviene olvidar que más de la mitad de la población mundial vive en ciudades, y que entre el 80% y el 85% de la vida de quienes las habitan transcurre en el interior de edificios. Y esto es, si no se controla adecuadamente, dar demasiadas facilidades al enemigo.

Asociación Nacional de Empresas de Frío y Climatización

<http://www.anefryc.com>

Página de esta asociación decana del sector que en la actualidad agrupa a más de 250 instaladores, fabricantes y distribuidores de equipos de frío y climatización, entre los que se encuentran los principales fabricantes de sistemas de refrigeración evaporativa del país. Miembro de Confemetal y socio de Aenor, así como de diferentes asociaciones internacionales relacionadas con el sector, ofrece servicios de asesoría jurídica, laboral y fiscal, prevención de riesgos laborales y aseguramiento de calidad, formación profesional, así como de apoyo a las actividades exportadoras y de información y promoción empresarial.



Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

<http://www.mtas.es/insht>

Web de este instituto, dependiente del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Entre sus funciones destacan el asesoramiento técnico en la elaboración de la normativa legal y en el desarrollo de la normalización, tanto a nivel nacional como internacional, así como la promoción y realización de actividades de formación, información, investigación, estudio y divulgación en materia de prevención de riesgos laborales. Asimismo, desempeña la Secretaría de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo prestandole la asistencia técnica y científica necesaria para el desarrollo de sus competencias.



Otros sitios de interés

<http://cne.isciii.es>

Web del Centro Nacional de Epidemiología, dependiente del Instituto de Salud Carlos III de Madrid.

www.caloryfrio.com

Portal sectorial dirigido a todas las empresas y profesionales relacionados con las instalaciones de agua sanitaria, calefacción y aire acondicionado.

www.ewgli.org

Web del European Working Group for Legionella Infections. En inglés.

www.aerea-eur.be

Web de la Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Refrigeración y Aire Acondicionado. En inglés.

www.iifiir.org

Web del Instituto Internacional de Refrigeración. En inglés y francés.

www.conaif.com

Página de la Confederación Nacional de Asociaciones de Empresas de Fontanería, Gas, Calefacción, Climatización, Protección contra Incendios, Electricidad y Afines.

www.fedecai.org

Web de la Federación Española de Empresas de Calidad Ambiental Interior. Agrupa a Asecem (Asociación Catalana de Empresas Especialistas en Síndrome del Edificio Enfermo), y a Acecai, Avecai y Avemcai (Asociaciones Centro, Vasca y Valenciana de Calidad Ambiental Interior, respectivamente).