



Estudio de aero- enfriadores

Climatización Industrial

Industrias de Procesos Térmicos

Industria termoplástica

Geotermia

Objeto

En el presente estudio se analizan las implicaciones medioambientales y sanitarias que suponen los sistemas de refrigeración de instalaciones basadas en **torres de refrigeración (TR) o condensadores evaporativos (CE)**

Exponer la problemática sanitaria y ambiental existente con las torres de refrigeración y condensadores evaporativos como una de las principales fuentes de legionelosis.

Diagnosticar las implicaciones económicas generadas por un sistema de refrigeración basado en una torre de refrigeración o condensador evaporativo y su posible sustitución por un equipo aerorefrigerador.

Está demostrado que las **torres de refrigeración** hoy por hoy, son el mayor foco de contagio de la temida legionella, y otros daños medio ambientales.

Sólo un completo programa de mantenimiento con importantes costes evita tales perjuicios, los problemas se agudizan si se no se realizan los programas preventivos y correctivos de mantenimiento.

En todos los casos los programas de higienización están basados en un PROTOCOLO HIGIENICO-SANITARIO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA LEGIONELOSIS, donde están comprendidas las actuaciones básicas, análisis clínicos y limpiezas periódicas con productos químicos que de una manera u otra repercute en el medio ambiente, bien siendo proyectado en micro partículas conjuntamente con colonias de bacterias y otros microbios por los ventiladores enfriadores o bien vertidos junto con los sobrantes de aguas.

Como consecuencia de la evaporación, la concentración de sales disueltas en el agua circulante aumenta progresivamente durante el funcionamiento de la torre, produciendo compuestos químicos alcalinos o ácidos que provocan incrustaciones y corrosión en las instalaciones acortando la vida útil de las mismas.

Un elevado consumo de agua, la cual es un bien escaso y caro, unido a una temperatura inconstante del agua utilizada para la condensación, provocando un funcionamiento muy irregular del equipo, y un consumo alto y perjudicial para el mismo, unido a todo lo antes expuesto hacen estos sistemas peligrosos, caros y poco productivos.

Legislación para la prevención de la legionela

Legislación para la prevención de la legionelosis. La legislación estatal establece unas obligaciones y responsabilidades de los titulares de las instalaciones de riesgo y de otros profesionales o empresarios ligados a la gestión de estas instalaciones: empresas de tratamiento, formadores, instaladores, fabricantes, personal de mantenimiento, empresas de revisión, etc.

Las acciones que se contemplan se pueden agrupar en tres grandes grupos: acciones preventivas, acciones en caso de brote y acciones punitivas.

Acciones preventivas:

- Adecuación de las instalaciones a unas exigencias de diseño.
- Planes de autocontrol de las empresas.
- Mantenimiento, tratamiento del agua y control analítico.
- Formación del personal que lleva a cabo los tratamientos.
- Obligatoriedad de solicitar una revisión de la instalación.
- Notificación a la autoridad sanitaria competente

Acciones en caso de brote:

Están encaminadas a facilitar la detección y el saneamiento de la fuente ambiental que ha sido causa del brote. Se regula principalmente aquello que puede hacer la inspección sanitaria.

- Medidas correctoras, como la desinfección de choque.
- Reformas estructurales. - Toma de muestras. - Medidas cautelares, etc.

Acciones Sancionadoras :

Se tipifican las infracciones de las obligaciones establecidas en la propia norma y las sanciones que le corresponden dentro del Boe real decreto 865/2003 del 4 de julio .General de Sanidad.

Se tipifican como infracciones sanitarias las siguientes:

A. Infracciones leves.

1. Las simples irregularidades en la observación de la normativa sanitaria vigente, sin trascendencia directa para la salud pública.
2. Las cometidas por simple negligencia, siempre que la alteración o riesgo sanitarios producidos fueren de escasa entidad.
3. Las que, en razón de los criterios contemplados en este artículo, merezcan la calificación de leves o no proceda su calificación como faltas graves o muy graves.

B. Infracciones graves.

1. Las que reciban expresamente dicha calificación en la normativa especial aplicable en cada caso.
2. Las que se produzcan por falta de controles y precauciones exigibles en la actividad, servicio o instalación de que se trate.
3. Las que sean concurrentes con otras infracciones sanitarias leves, o hayan servido para facilitarlas o encubrirlas.
4. El incumplimiento de los requerimientos específicos que formulen las autoridades sanitarias, siempre que se produzcan por primera vez.
5. La resistencia a suministrar datos, facilitar información o prestar colaboración a las autoridades sanitarias o a sus agentes.
6. Las que, en razón de los elementos contemplados en este artículo, merezcan la calificación de graves o no proceda su calificación como faltas leves o muy graves.
7. La reincidencia en la comisión de infracciones leves, en los últimos tres meses.

C. Infracciones muy graves.

1. Las que reciban expresamente dicha calificación en la normativa especial aplicable en cada caso.
2. Las que se realicen de forma consciente y deliberada, siempre que se produzca un daño grave.
3. Las que sean concurrentes con otras infracciones sanitarias graves, o hayan servido para facilitar o encubrir su comisión.
4. El incumplimiento reiterado de los requerimientos específicos que formulen las autoridades sanitarias.
5. La negativa absoluta a facilitar información o prestar colaboración a los servicios de control e inspección.
6. La resistencia, coacción, amenaza, represalia, desacato o cualquier otra forma de presión ejercida sobre las
7. Las que, en razón de los elementos contemplados en este artículo y de su grado de concurrencia, merezcan la calificación de muy graves o no proceda su calificación como faltas leves o graves.
8. La reincidencia en la comisión de faltas graves en los últimos cinco años.

Sanciones económicas .

Las infracciones en materia sanidad serán sancionadas con multas de acuerdo con la siguiente graduación:

1. Infracciones leves, hasta 3005 euros.
2. Infracciones graves, desde 3005 a 15025 euros, pudiendo rebasar dicha cantidad hasta alcanzar el quíntuplo del valor de los productos o servicios objeto de la infracción.
3. Infracciones muy graves, desde 15025 a 601012 euros, pudiendo rebasar dicha cantidad hasta alcanzar el quíntuplo del valor de los productos o servicios objeto de la infracción.

Comparativa de torres refrigeración y aroenfriadores

Ventajas de la torre de refrigeración y condensadores evaporativo

Es un equipo térmico de alta eficiencia, que al aprovechar el calor latente de evaporación del agua de un valor medio $C_v=2.550$ Kj/kg. Consiguiendo un consumo medio en torno al 62,5% de un sistema de condensación por aire.

- 1-Menor consumo eléctrico global.
- 2-Coste moderado.
- 3-Trabajan con temperaturas de condensación relativamente bajas.
- 4-Eficiencia térmica alta.

Inconvenientes la torre de refrigeración y condensadores evaporativo

- 1- Alto consumo de agua, siendo en la mayoría de los casos de fuentes potables, y con tratamiento de higienización previo.
- 2-Concentración de sales disueltas y precipitadas alto.
- 3-El sistema con agua en balsa abierta con temperaturas en torno a los 30 o 40 °C puede generar la proliferación de la bacteria legionella pneumophila, productora de las enfermedades Fiebre de Pontiac de carácter leve, y la conocida por Legionelosis que puede ser mortal. Por ello requiere un control estricto sanitario.
- 4-Aditivación del agua con biocida, correctores del pH, inhibidores de la corrosión, etc., para mantener el sistema en condiciones higiénico sanitarias y técnicas correctas, así como la realización de toma de muestras y ensayos de laboratorio para control.
- 5-Limpieza de los elementos del circuito y torre.
- 6-Requerimientos elevados de mantenimiento.
- 7-Deterioro rápido de los elementos que componen la torre (Chasis, Relleno, Separador de Gotas, balsa, ventiladores, tortillería y conexiones, etc..)

Ventajas del aroenfriador de sustitución de la torre de refrigeración:

- 1-El circuito de agua es cerrado, no hay consumos de agua por explotación, ni consumo de aditivos a la misma.
- 2-Presenta bajo nivel de mantenimiento.
- 3-Regulable según la demanda.
- 4-De alta eficiencia por diseño.

Costes de mantenimiento de torres refrigeración y aroenfriadores

Coste del mantenimiento de una torre de refrigeración

Para asegurar el mantenimiento de las torres de refrigeración se requiere, la realización de un conjunto de actuaciones para obtener un buen funcionamiento y control de la instalación, y que garanticen una serie de gastos anuales que deben asumirse si se quiere evitar cometer algún incumplimiento.

Se procede a analizar los gastos de una instalación que tiene una torre de refrigeración cerrada con una potencia frigorífica aproximada de 210 kW para la refrigeración de maquinaria que se dedica a la transformación de plásticos. De acuerdo a la estudio de la pagina 4.

Coste del mantenimiento de un sistema arorefrigerador

Para el mantenimiento de este tipo de instalaciones, al contrario de las torres de refrigeración, no es necesario ningún tratamiento específico para evitar la multiplicación de la *Legionella* puesto que carece de su hábitat natural para multiplicarse.

Así pues, el coste que pueden generar es el derivado de las posibles averías y operaciones de mantenimiento que se puedan producir en el equipo arorefrigerador.

Comparativa de costes de mantenimiento

DESIGNACION	REFE-RENCIA	COSTE UD. €	HORAS/ACTIVAS	COSTES €/AÑO	OTROS DATOS
Costes de inversión					
Torre refrigeración poliéster TVC 021 KW		12.500		925,93	15 AÑOS
Potencia térmica de condensación kw.	210		2600		
Costes de consumos eléctricos					
Ventilador axial torre KW	2,1	0,145	2.600	791,7	0,145 €/KWH
Bomba recirculación agua / Resistencia -KW	0,5	0,145	2.600	188,5	0,145 €/KWH
Bomba circulación agua enfriadora a torre	5,5	0,145	2.600	2073,5	0,145 €/KWH
Consumo agua m3 : evaporación+purga+salp.	0,66	1,91	2.600	3277,6	1,91 €/m3
Consumibles material de reposición					
Renovación Torre					15 AÑOS
Relleno Torre	3,00	1.750		350	5 AÑOS
Motores Torre	3,00	1550		310	5 AÑOS
Costes Protección Legionelosis					
Control Analítico de agua refrigerada y de aportación	12	40		480	Mensual
Productos para el tratamiento (Aquicir) +aquicide)	1	1150		1150	Anual
Limpieza torres y desinfección con certificados de empresa, productos.	2	350		700	semestral
Análisis de agua, legionella por laboratorio externo	4	45		180	trimestral
Dispositivos red general del agua potable sanitaria fría por hipercloración	1	360		360	anual
Revisión ECA	1	240		240	Anual
Mano de obra	1,00	1250		1.250	Anual
Costes paradas programadas y averías					No se considera
COSTES TOTAL INVERSION AÑO				12.277	
Costes de inversión					
Aeroenfriador Iref CRH853NX		20.000		1.481,48	15 AÑOS
Potencia térmica de condensación kw.	214		2600		
Costes de consumos eléctricos					
Ventiladores Axiales de Condensación (5x1,1) kw.	5,5	0,145	2.600	2.073,5	0,145 €/KWH
Bomba circulación agua a Aeroenfriador	5,5	0,145	2.600	2073,5	0,145 €/KWH
Costes Mantenimiento	1	250		250	ANUAL
Renovación equipo					15 AÑOS
Reposición gas, aceite, etc.					
Mano de obra	1	300		300	ANUAL
Costes paradas programadas y averías					No se considera
COSTES TOTAL INVERSION AÑO				6.178	
Diferencia de costes anuales de inversión				6.098	
Retorno de la inversión por ahorro				3,28	
Ahorro costes por manto. anual en el periodo de (15-3,2)	11,8			71.964	

Conclusiones de la inversión

Observando los resultados obtenidos en ambos estudios, se observa que pese a la menor inversión en el caso de la torre de refrigeración se deben tener en cuenta los importantes costes anuales derivados del mantenimiento de la misma.

Contrariamente, en el caso del aerorefrigerador es necesaria una inversión superior, mientras que los gastos anuales son un 50% menor de los que implica la torre de refrigeración.

Desde el punto de vista económico, se concluye que en el caso del **aerorefrigerador** obtenemos una rentabilidad mayor que para la torre a partir del cuarto año, ahorrando, desde entonces y hasta la restante fase de explotación del equipo, un importante activo económico para la empresa, lo cual aconseja la elección del sistema de aerorefrigeración frente a un sistema basado en torre de refrigeración, cuando las pretensiones son la refrigeración de la maquinaria.

Repercusiones y alteraciones en el medio ambiente

La **incidencia ambiental** que implican las **torres de refrigeración y condensadores evaporativos**, frente a los nuevos sistemas de **aerorefrigeración**, es de importancia en el ámbito industrial debido a la repercusión que tiene sobre el medio ambiente, produciendo un aumento de los niveles de ruidos acústicos y mermando la calidad ambiental de los entornos de las ciudades y zonas habitables. Las incidencias ambientales más frecuentes son:

residuos, aguas, contaminación acústica y contaminación atmosférica.

Residuos

Entre los residuos que genera una **torre de refrigeración o condensador evaporativo** se encuentran por orden de mayor a menor importancia:

Bidones de biocida.

Una vez se agota el biocida dosificado en el mantenimiento continuo de la torre, los bidones que contienen el producto generan un residuo de tamaño considerable, que requiere de un espacio adicional para su almacenamiento hasta el momento en que se hace la gestión.

Debido al elevado consumo de biocida, este es quizá el principal residuo generado por un dispositivo de refrigeración de este tipo, y también el que más puede apreciarse. Como podemos ver en la siguiente fotografía, tomada en una inspección realizada, los bidones son amontonados durante varios meses causando gran impacto visual en la zona.

Componentes de la torre de refrigeración o condensador evaporativo.

El mantenimiento de estos aparatos requiere que algunos de sus componentes sean cambiados, por estar deteriorados debidos a su uso o averiados. Es por ello que se debe disponer de los recambios más indispensables para en el caso de necesitar hacer uso de alguno de ellos, poderlo hacer sin tener que parar la instalación más tiempo del indispensable o llegar a incumplir la legislación en caso de mantenerla en funcionamiento con algún componente averiado.

Fango en la bandeja.

Se genera una acumulación de lodos en el fondo de la bandeja de la **torre de refrigeración o condensador** fomentando el crecimiento de las bacterias. Es por ello que mensualmente, la bandeja debe ser limpiada y los lodos eliminados.

Para el caso de los **aerorefrigeradores**, no se genera ningún tipo de residuo en su funcionamiento, exceptuando los recambios de componentes de este tipo de maquinaria.

Este aspecto favorece su instalación teniendo en cuenta las exigentes normativas en cuanto a gestión de residuos se refiere.

Aguas de condensación

Aguas residuales.

Tanto la cantidad de agua de la purga como el agua de la torre, en caso de tenerse que vaciar, deben cumplir los parámetros legislados para el control de vertidos.

Consumo de agua.

Las torres requieren de un aporte de agua para paliar las pérdidas por evaporación y purga, y es un valor que depende, principalmente de la cantidad de calor extraído.

Ejemplo, una torre de refrigeración de 100.000 Kcal./h consume cantidad de agua entorno a los 0.7 m³/h.

Los aerorefrigeradores, usan el principio de enfriamiento-refrigeración por aire, por lo cual no se aplican los aspectos medioambientales del agua.

Ruido aéreo ambiental

El ruido aéreo tiene incidencia en el confort acústico y ambiental.

Según el catálogo de varios fabricantes se puede extrapolar un valor medio del nivel sonoro a 5 m, 68 dB(A) en una torre de refrigeración con una capacidad de enfriamiento de 200 Kw..

según IREF para el caso de los aerofriadores, con una capacidad de enfriamiento de 200 Kw. tiene un nivel sonoro, a 5 m, de unos 60 dB(A), .

Contaminación atmosférica

Las torres de refrigeración emiten aerosoles a la atmósfera, y pueden tener dos tipos de incidencias sobre las personas. 1- En el caso de que haya multiplicación de *Legionella* en su interior, esta será dispersada a través de los aerosoles provocando una contaminación bacteriana.

2 - Si se utiliza como biocida el cloro, se puede provocar una contaminación química si las concentraciones de cloro son elevadas, pudiendo favorecer la corrosión por cloruros o incluso creando un ambiente irritante para las mucosas de las personas.

En los aerorefrigeradores, el único inconveniente que se puede encontrar es el aumento de la temperatura ambiental, en las proximidades del sistema, debido a la emisión de aire caliente.

Reflexión final

1. Se tiene como finalidad la erradicación o disminución de los brotes, a ser posible, y debe ser un objetivo principal y procedera a diagnosticar la enfermedad, declararla a las autoridades sanitarias CON EL FIN DE EVITAR CAUSAS MAYORES.
2. La sustitución de torres de refrigeración y condensadores evaporativos por equipos aerorefrigeradores supone:

Eliminación del hábitat de la Legionella y, en consecuencia, desaparición de la problemática sanitaria generada por la legionelosis.

Reducción de la incidencia ambiental, especialmente a nivel de generación de residuos y usos del agua (consumo, posibles vertidos, etc.).

Recuperación económica de la inversión inicial por la diferencia importante existente en los costes anuales de mantenimiento