
Programa de minimización de riesgos biológicos asociados a la infraestructura hospitalaria: funciones, actividades, responsabilidades

Program for minimising biological risks associated with hospital infrastructure: functions, activities, responsibilities

P. Astier¹, J. Gost¹, J.M. Redín², A. Manrique³, F.J. Lameiro⁴, J.M. Echeverría⁵

RESUMEN

Los objetivos de este artículo son identificar y describir los gérmenes que con más frecuencia generan infecciones nosocomiales en cuyo mecanismo de transmisión están implicadas instalaciones hospitalarias; establecer las instalaciones críticas del hospital para prevenir la aparición de estas infecciones hospitalarias; indicar las medidas de mantenimiento, vigilancia y control recomendadas en la evidencia disponible y finalmente, proponer unas pautas de actuación sobre las instalaciones hospitalarias implicadas ante la aparición de casos.

Los gérmenes que con más frecuencia generan infecciones nosocomiales en relación con la infraestructura hospitalaria son *Aspergillus*(A), *Legionella*(L), y *M. Tuberculosis* (Mt). Las principales áreas críticas en los hospitales son las instalaciones de aire acondicionado y ventilación de habitaciones de pacientes inmunocomprometidos (UVI, trasplantes) o pacientes contagiosos (tuberculosis activa), los quirófanos, y la red de abastecimiento de agua. Se recuerdan las actuaciones de limpieza, mantenimiento, vigilancia y control y se propone la elaboración de un plan de actuación coordinado en cada hospital entre los servicios implicados en este proceso: Servicio de Obras y Mantenimiento, Unidad de Limpieza, Servicio de Medicina Preventiva y Gestión de Calidad, y Servicio de Microbiología liderado por la dirección de cada centro.

ABSTRACT

The aims of this paper are to identify and describe the germs that most frequently generate nosocomial infections and whose transmission mechanism involves hospital installations; to identify the critical installations in order to prevent the appearance of these hospital infections; to indicate the measures of maintenance, surveillance and control that the available evidence recommends; and, finally, to propose some guidelines of action with regard to the hospital installations involved in the appearance of cases.

The germs that most frequently generate nosocomial infections related to the hospital infrastructure are *Aspergillus*(A), *Legionella*(L) and *M. Tuberculosis*(MT). The principal critical areas in hospitals are the installations of air conditioning and ventilation of the rooms of immunocompromised patients (ICU, transplants) or contagious patients (active tuberculosis), the operating theatres and the water supply network. The activities of cleaning, maintenance, surveillance and control are recalled and a proposal is made for drawing up a co-ordinated plan in each hospital between the services involved in this process: Works and Maintenance Service, Cleaning Unit, Preventive Medicine and Quality Management Service, and Microbiology Service, led by the directorate of each centre.

ANALES Sis San Navarra 2000, 23 (Supl. 2): 205-227.

1. S. de Medicina Preventiva y Gestión de la Calidad. Hospital de Navarra. Pamplona
2. S. de Mantenimiento. Hospital de Navarra. Pamplona
3. S. de Cuidados Intensivos. Hospital Virgen del Camino. Pamplona
4. S. de Medicina Preventiva y Gestión de la Calidad. Hospital de Reina Sofía. Tudela
5. S. de Mantenimiento. Hospital de García Orcoyen. Estella

Correspondencia:

P. Astier Peña
Servicio de Medicina Preventiva y Gestión de Calidad
Hospital de Navarra
Irunlarrea, 3
31008 Pamplona
Tfno. 948 422312
Fax: 948 422281
E. mail: pilar.astier.pena@cfnavarra.es

INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA Y RIESGOS BIOLÓGICOS

La misión fundamental de un hospital es la de proveer cuidados a la población que a él acude para conseguir curar, aliviar, paliar o rehabilitar el problema de salud que ha motivado la demanda consiguiendo el mejor resultado posible basado en los conocimientos existentes y con la mejor satisfacción del paciente y del personal que le ha atendido.

Esta misión conlleva, por tanto, una filosofía de excelencia en la gestión. La excelencia en las prestaciones sanitarias implica también el entorno físico que las envuelve. La *Joint Commission on Accreditation of Health Care Organizations*¹ en su manual de estándares de Acreditación de Hospitales habla de la Gestión del Entorno, Donabedian² propone en la evaluación de la calidad de la asistencia el evaluar tanto la estructura en la que se apoya la prestación de cuidados como el proceso y el resultado. En el modelo europeo de excelencia en la gestión empresarial (EFQM)³ en el criterio 4, subcriterio b, hace referencia a la adecuada gestión de las instalaciones, materiales, equipamientos, etc., que afecta sustancialmente a la competitividad en cuanto a que condiciona unos mejores resultados.

El entorno de la asistencia se refiere a los distintos lugares donde se presta cuidados asistenciales a los pacientes. Estos entornos están formados por tres componentes: edificio(s), equipo(s) y personas. La gestión eficaz del entorno de la asistencia incluye utilizar los procesos y actividades para:

- Reducir y controlar los peligros y riesgos del entorno.

- Prevenir accidentes y lesiones.

- Mantener condiciones seguras para los pacientes, las visitas y el personal.

En un hospital este entorno de la asistencia lo entendemos como el conjunto de instalaciones hospitalarias que facilitan la prestación de cuidados para la mejora de la salud de los pacientes que a dicha instalación acuden. Es óptima si se mantiene.

La filosofía de los contratos de mantenimiento preventivo de aparatos y equipamientos va a cubrir este espacio de garantía del mejor funcionamiento.

Así, un continuo mantenimiento de las instalaciones hospitalarias en óptimas condiciones, es uno de los factores esenciales que permiten garantizar la máxima calidad asistencial de las prestaciones sanitarias.

Si bien, el ingreso hospitalario conlleva siempre una probabilidad (estimada entre el 5 y 10%) de adquirir una infección durante el propio ingreso, esta probabilidad queda muy limitada gracias al esfuerzo diario de los profesionales sanitarios y de los responsables de las instalaciones por reducirla.

En este documento vamos a identificar los microorganismos que representan los mayores riesgos microbiológicos desde el punto de vista ambiental y estudiar su problemática concreta. Identificar las instalaciones del hospital implicadas y establecer la naturaleza y periodicidad de los procedimientos de mantenimiento y de las tomas de muestras que se estimen necesarias. Finalmente, proponer unos procedimientos de gestión que posibiliten la verificación continua del correcto cumplimiento de estas pautas de actuación.

A lo largo del documento vamos a hacer referencia constante a las recomendaciones realizadas por el *Centers for Disease Control* (CDC) de Atlanta (Estados Unidos) sobre la guía de prevención y control de las infecciones nosocomiales relacionadas con el entorno hospitalario⁴. La explicación de dicha clasificación figura al comienzo de la publicación.

Los gérmenes que, con más frecuencia, hoy día se conoce que utilizan la estructura física del hospital en su cadena de transmisión para colonizar y/o infectar pacientes vienen reflejados en la tabla 1.

Tabla 1. Estructura física del hospital y gérmenes implicados con más frecuencia. Instalaciones

Instalaciones	Gérmenes
Superficies/instalaciones de aire acondicionado de quirófanos, salas de angiografías, habitaciones de pacientes inmunocomprometidos (transplantados, UVI...)	<i>Aspergillus</i>
Aire acondicionado/red de abastecimiento de agua de toda la infraestructura hospitalaria	<i>Legionella</i>
Instalaciones de aire acondicionado y ventilación de habitaciones de pacientes con infección por este germen.	<i>M. tuberculosis</i>

RIESGOS BIOLÓGICOS ASOCIADOS A INFRAESTRUCTURA

Vamos exponer una breve descripción de los gérmenes mencionados y el papel de las instalaciones hospitalarias en la cadena de transmisión de éstos para llegar a infectar y/o colonizar a los pacientes.

Aspergillus

Aspergillus spp.^{5,6} es un hongo ubicuo que, habitualmente, se halla tanto en superficies sólidas como en agua o en vegetación en descomposición. Debido al tamaño de sus esporas y a la gran capacidad para permanecer suspendidas en el aire durante largos periodos de tiempo, el *Aspergillus* se encuentra universalmente disperso en el medio ambiente, habiéndose detectado en el aire no filtrado, en los sistemas de ventilación contaminados, así como en plantas ornamentales y en determinados alimentos como la pimienta.

Aspergillus fumigatus es la especie que con más frecuencia causa infecciones, seguida de *Aspergillus favus*, en pacientes diagnosticados de aspergilosis confirmada por el laboratorio.

La Aspergilosis nosocomial constituye una enfermedad severa de elevada mortalidad en pacientes altamente inmunodeprimidos, siendo la neumonía la forma de presentación más frecuente e importante. La puerta de entrada más usual es la inhalación de esporas fúngicas del medio ambiente que pueden provocar en el huésped, desde un estado de colonización, a una forma invasiva de aspergilosis pulmonar asociada a una elevada mortalidad. Esta mortalidad varía en relación con la inmunodepresión del paciente, estimándose

se hasta un 95% en pacientes sometidos a trasplante alogénico de médula ósea y de un 13-80% en leucemias.

Otra forma de presentación está relacionada con intervenciones quirúrgicas complejas de larga duración en las que se ha detectado un incremento de riesgo de infección por inoculación de esporas a través del campo quirúrgico si estuvieran contaminados los sistemas de ventilación.

El principal factor de riesgo intrínseco para adquirir una aspergilosis invasiva, es padecer una severa y prolongada granulocitopenia (<1000 neutrófilos/mm³ durante dos semanas ó <100 neutrófilos/mm³ durante una semana).

Por ello consideramos pacientes de muy alto riesgo los pacientes sometidos a trasplante de médula ósea, seguidos de los trasplantes de órganos, y también a los pacientes con neoplasias hematológicas y sometidos a tratamientos quimioterápicos o inmunosupresores.

Otros pacientes con menor riesgo, pero considerados predispuestos, son aquellos que tienen enfermedad pulmonar previa (enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), fibrosis quística, etc.).

Las referencias sobre las epidemias de infección nosocomial por *Aspergillus* pone de manifiesto la importancia de mantener el medio ambiente hospitalario tan libre de esporas de hongos como sea posible^{7,8}, especialmente en aquellas áreas donde se atiende a pacientes con un alto riesgo de contraer esta infección. En el individuo susceptible, el factor de riesgo extrínseco más importante, es la presencia de espo-

ras de *Aspergillus spp* en el medio ambiente hospitalario, que puede proceder:

De la realización de actividades de construcción, ya que durante las obras se ponen al descubierto reservorios del hongo, produciéndose elevadas concentraciones de esporas en el aire que fácilmente se difunden por el medio ambiente. Directamente del exterior por ventanas y puertas, más en primavera y verano.

De los reservorios de esporas:

- Sistemas de ventilación contaminados por polvo.
- Humedades en: paredes, maderas, etc.
- Conductos de aire contaminados con excrementos de pájaros.

Las medidas fundamentales para mantener el nivel de bioseguridad fúngica adecuado son:

- Mantenimiento correcto de la instalación de climatización.
- Limpieza de superficies.
- Circulación y disciplina del personal.
- Aislamiento apropiado de las zonas que lo precisen, especialmente ante situaciones de remodelación u obras.

Las áreas críticas del hospital en cuanto a mantener un control especial frente a hongos ambientales son:

- Áreas que atienden a pacientes críticos.
- Quirófanos.

Legionella

Es una bacteria con forma de bacilo capaz de sobrevivir en un amplio rango de temperatura, multiplicándose entre 20°C y 45°C y destruyéndose a 70°C. Aunque el género *Legionella*⁹ comprende 40 especies, la causa más común de legionelosis en infección humana es la *L. Pneumophila* serogrupo 1.

Legionella se considera una bacteria ambiental al estar presente en hábitats acuáticos como lagos, ríos, estanques, formando parte de las comunidades naturales de microorganismos en estos ecosistemas. Desde estos reservorios naturales la bacteria coloniza los sistemas de abastecimiento de las ciudades, y a través de la red

de distribución de agua, se incorpora a las instalaciones de agua doméstica y otras que requieran agua para su funcionamiento (sistemas de climatización, piscinas, etc.). En estas instalaciones se produce el estancamiento de agua, la acumulación de productos que sirven de sustrato para *Legionella* (lodos, materia orgánica, material de corrosión, amebas, otras bacterias etc.) posibilitando su multiplicación hasta alcanzar concentraciones infectantes para el hombre. Desde estas instalaciones la bacteria alcanza otros puntos del sistema en los que exista un mecanismo productor de aerosoles (duchas, torres de refrigeración, etc.) dispersándose con las gotas de agua. Cuando estas gotas son de un tamaño muy pequeño se produce una situación de riesgo de infección para las personas, ya que las gotas de este tamaño permanecen suspendidas en el aire y pueden penetrar por las vías respiratorias y alcanzar los pulmones.

La legionelosis es una enfermedad bacteriana de origen ambiental que presenta dos formas clínicas importantes claramente diferenciadas: la enfermedad pulmonar (enfermedad del "legionario") que se caracteriza por neumonía con fiebre alta, cuyo período de incubación oscila entre 2 y 10 días dándose la mayor incidencia en personas entre 40 y 70 años, siendo dos a tres veces más frecuente en varones que en mujeres, y rara en niños, y la forma no neumónica como "fiebre de Pontiac" que se manifiesta como un síndrome febril agudo y autolimitado.

El riesgo de contraer la enfermedad depende del tipo e intensidad de la exposición y del estado de salud del sujeto susceptible, aumentando el riesgo en inmunocomprometidos, en diabéticos, en pacientes con enfermedad pulmonar crónica, así como en fumadores o alcohólicos. La tasa de ataque en brotes es de 0,1 a 5% y la letalidad en la comunidad supone menos del 5%, pero puede llegar a ser del 15 ó 20 % si no se instaura un tratamiento antibiótico adecuado. En enfermos hospitalizados, la letalidad puede alcanzar el 40% y llegar hasta el 80% en pacientes inmunocomprometidos sin tratamiento adecuado.

Las instalaciones que generalmente han sido asociadas a brotes y en las que frecuentemente se ha detectado *Legionella* son los sistemas de agua caliente sanitaria y las torres de refrigeración de hospitales, hoteles u otro tipo de edificios. Dado que la bacteria puede reproducirse intracelularmente, tanto en protozoos como en macrófagos humanos, la presencia de protozoos en ambientes acuáticos juega un papel importante al soportar la multiplicación intracelular de la bacteria, sirviendo este proceso de mecanismo de supervivencia en condiciones ambientales desfavorables.

Los aspectos básicos sobre los que ha de incidirse para la prevención y control de *Legionella* son:

- Evitar la entrada de *Legionella* al sistema (aire/agua).
- Evitar su multiplicación mediante el control de la temperatura evitando el estancamiento del agua y la acumulación de sustratos.
- Evitar su aerosolización.

Mycobacterium tuberculosis

La transmisión de *Mycobacterium tuberculosis*¹⁰ en el medio hospitalario constituye un riesgo para pacientes y profesionales sanitarios. Dicha transmisión es más probable a partir de pacientes con tuberculosis pulmonar o laríngea sin diagnosticar, pacientes que no se encuentran bajo tratamiento antituberculoso o que no respetan las medidas de aislamiento. La aparición en los últimos años de brotes nosocomiales, algunos producidos por micobacterias multirresistentes, ha aumentado la preocupación con respecto a la transmisión nosocomial de la enfermedad. Los pacientes con tuberculosis producida por microorganismos multirresistentes pueden permanecer bacilíferos durante un mayor período de tiempo favoreciendo así la transmisión de esa enfermedad. Por otra parte, el riesgo de desarrollar tuberculosis activa tras la exposición a *M. tuberculosis* es mayor entre los pacientes infectados por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH).

Si bien la eliminación del riesgo de transmisión de *M. tuberculosis* en el medio hospitalario no es un objetivo alcanzable a corto plazo, la adopción de una serie de medidas puede reducirlo considerablemente.

La infección se transmite la mayor parte de las veces por vía respiratoria, siendo el hombre su reservorio de forma casi exclusiva. El paciente con tuberculosis pulmonar o laríngea al toser o hablar suele generar pequeñas partículas infecciosas que contienen el bacilo. Éste puede permanecer en suspensión en el aire durante un prolongado período de tiempo. El riesgo de contagio es directamente proporcional al tiempo de exposición y a la concentración de microorganismos en el aire.

Esta transmisión afecta a otros pacientes, personal sanitario, familiares o visitantes. La magnitud del riesgo varía considerablemente en función del tipo de hospital, la prevalencia de la infección tuberculosa en la comunidad y la efectividad de las intervenciones destinadas al control de la infección tuberculosa. El riesgo de transmisión nosocomial de tuberculosis suele ser mayor en aquellas áreas del hospital en las que se atiende a pacientes con tuberculosis activa antes del diagnóstico, del inicio del tratamiento antituberculoso y de la adopción de las medidas de aislamiento pertinentes, fundamentalmente áreas de urgencia y salas de espera.

Pero la infección se produce cuando un individuo susceptible inhala partículas que contienen el bacilo y tras atravesar el tracto respiratorio superior y los bronquios alcanzan los alvéolos pulmonares. En general, las personas que han sido infectadas tienen un riesgo estimado de desarrollar tuberculosis activa del 10%. Tienen mayor riesgo los menores de 4 años, los pacientes con lesiones fibróticas en la radiografía de tórax, los silicóticos, los gastrectomizados o con by-pass yeyuno-ileal, los pacientes con insuficiencia renal crónica en diálisis y los aquejados de diabetes mellitus. Los pacientes inmunocomprometidos y, en especial, aquellos infectados por el VIH presentan un mayor

riesgo de desarrollo de tuberculosis activa a partir de la infección latente.

Existen factores ambientales que incrementan la probabilidad de transmisión de *M. tuberculosis* y son:

Exposición en espacios relativamente pequeños y mal ventilados.

Ventilación local o general inadecuada que ocasiona una deficiente dilución y remoción de las partículas infecciosas.

Recirculación de aire conteniendo partículas infecciosas.

Realización de procedimientos diagnósticos (broncoscopia, intubación endotraqueal, drenaje de un absceso abierto y necropsia).

El control de la infección tuberculosa en el medio hospitalario debe incluir por un lado medidas administrativas y estructurales destinadas a reducir el riesgo de exposición de personas sanas a pacientes con tuberculosis activa; por otro, la realización de controles de las medidas estructurales para prevenir la difusión y reducir la concentración de partículas infecciosas; y finalmente, la utilización de equipos personales de protección respiratoria en aquellas situaciones en las que el riesgo de infección por *M. tuberculosis* puede ser elevado.

ZONAS CRÍTICAS: MEDIDAS DE MANTENIMIENTO, VIGILANCIA Y CONTROL PREVENTIVO

La vigilancia y control para prevenir la aparición de enfermedades infecciosas de origen hospitalario (infecciones nosocomiales o cruzadas) tiene como primera medida básica el mantenimiento de adecuadas condiciones ambientales de la infraestructura.

Los principios básicos de la prevención se sustentan en unos procedimientos adecuados de limpieza de las instalaciones, y un mantenimiento preventivo idóneo. Pasamos a describir a continuación las instalaciones que están directamente implicadas con los gérmenes antes descritos. De éstas vamos a recordar las normas de limpieza, y mantenimiento que permiten prevenir la transmisión de los gérmenes comentados.

Las áreas críticas que vamos a considerar están relacionadas con la transmisión de los gérmenes que se previenen, enumeradas en la tabla 1.

Áreas de hospitalización para pacientes inmunodeprimidos (Categoría IB)

Son áreas de hospitalización para pacientes inmunocomprometidos aquellas habitaciones de aislamiento para pacientes sometidos a trasplante o tratamientos agresivos que comprometen su inmunidad y las unidades de vigilancia intensiva (UVI), salas de reanimación postquirúrgica y unidades de grandes quemados, destinados a los pacientes críticos.

Cuando así se determine por los servicios médicos, los pacientes de alto riesgo de padecer inmunodepresión severa ingresarán en habitaciones especiales de aislamiento. Estas habitaciones tienen unas características particulares de climatización al igual que las unidades de cuidados intensivos :

El aire será filtrado a través de filtro HEPA (*High Efficiency Particulate Air*) con eficiencia de 99,97% para partículas de 0,3µm de diámetro.

La entrada de flujo de aire estará en el lado opuesto al de la extracción.

Las ventanas permanecerán selladas y la puerta cerrada. La puerta cerrará perfectamente evitando el paso del aire.

Existirá presión positiva en el interior de la habitación con respecto al pasillo. Para ello, la razón de entrada de aire será un 10-20% superior al expulsado.

Se recomienda un mínimo de 6 renovaciones aire/hora. En aquellos casos en los que fuera factible (habitaciones de nueva construcción), esta tasa de renovaciones aire/hora debería incrementarse a un mínimo de 12.

Se recomienda adoptar las medidas necesarias para conseguir en las habitaciones unas condiciones adecuadas de confort (temperatura entre 21 y 24°C y humedad relativa entre 40 y 60%).

El paciente permanecerá el menor tiempo posible fuera de la habitación y cuando sea preciso trasladarle a otra área del hospital (pruebas diagnósticas, tera-

péuticas, etc.) llevará mascarilla con capacidad de filtración para esporas de *Aspergillus spp.*

Se eliminarán todas las fuentes potenciales de infección por *Aspergillus spp.* como plantas, flores, alfombras, etc.

Se debe prevenir la acumulación de polvo en la habitación y área circundante, al igual que en las unidades de cuidados intensivos. Para evitar esta acumulación se realizará limpieza diaria con trapo húmedo de todas las superficies horizontales, camas, mesillas, lámparas, rodapiés, suelos, etc., empleando el detergente y desinfectante en uso en el hospital. Así mismo, se eliminarán las actividades de barrido o aspirado que pueden aerosolizar esporas de *Aspergillus spp.* La limpieza se realizará de dentro hacia fuera y de limpio a sucio, de arriba hacia abajo. La limpieza de las superficies horizontales de difícil acceso (repisas, etc...) se realizarán una vez por semana.

Se realizará limpieza quincenal de techos, paredes y superficies verticales de equipamiento clínico y rejillas de entrada y salida de aire, siempre y cuando las habitaciones estén vacías. Semestralmente, se desmontarán las rejillas para su limpieza y desinfección.

El servicio de mantenimiento se encargará de realizar la inspección del sistema de ventilación, garantizando periódicamente que la hiperpresión y las renovaciones de aire son adecuadas. Con respecto a los filtros (tanto prefiltros como filtros H.E.P.A.) se seguirán las mismas recomendaciones que para los quirófanos. Así mismo, se comprobará que el filtro HEPA está correctamente colocado del lado de la presión (+) y perfectamente sellado. Los prefiltros y filtros intermedios se cambiarán al menos cada seis meses y los filtros HEPA se cambiarán cuando existan anomalías en su funcionamiento (disminución de la presión diferencial y del número de renovaciones de aire).

No se recomienda la realización de muestreo ambiental rutinario. Estaría indicado¹¹ en caso de:

- Avería o limpiezas de mantenimiento del sistema de climatización.
- Humedades o goteras en el techo o paredes.
- Obras anexas a la zona de aislamiento.
- Previo a la puesta en marcha de una instalación.
- Tras la aparición de un caso de infección nosocomial por *Aspergillus*.

El umbral de bioseguridad es discutido en diversos artículos sin concretar. Pero algunas organizaciones como INSALUD refieren que se deben mantener niveles inferiores a 0,1 ufc/m³ para hongos oportunistas¹².

El detalle de los métodos de obtención de muestras microbiológicas ambientales en el Anexo 1.

Bloque quirúrgico

El control del bloque quirúrgico¹³ tiene la finalidad de prevenir la inoculación de esporas en el campo quirúrgico durante las intervenciones. El control se realizará sobre la infraestructura de climatización del bloque y sobre la limpieza de las instalaciones de los quirófanos.

Los quirófanos se clasifican en dos grupos según el tipo de cirugía que en ellos se realiza: los del grupo I son los quirófanos de cirugía convencional y los del grupo II son los quirófanos de cirugía especial (cirugía cardíaca, vascular, neurocirugía, trasplante de órganos, traumatología especial).

Características de climatización de los quirófanos

Las características aquí descritas afectan tanto a quirófanos del grupo I como del II.

El proceso de climatización es un conjunto de actividades encadenadas que se inicia con la toma de aire del exterior, la filtración del aire, presurización, temperatura, humedad, nivel de ruido, la velocidad de aire en la sala climatizada, y las renovaciones del mismo (Fig. 1).

En cuanto a la toma de aire para el bloque quirúrgico, se tomará todo el aire del exterior a efectos de asegurar que la con-

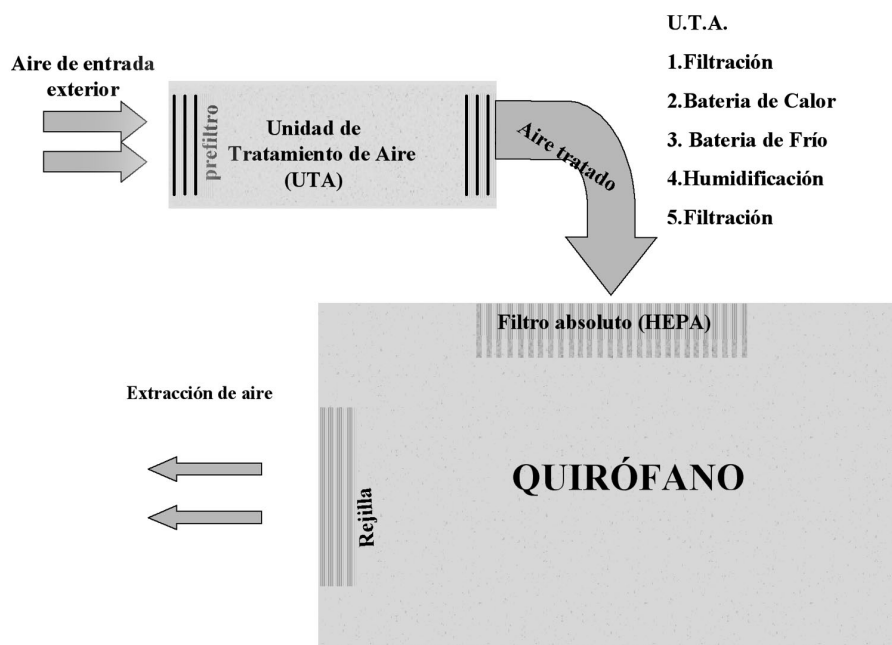


Figura 1. Climatización de los quirófanos.

centración de los gases anestésicos de deshecho se mantenga por debajo del límite permitido de toxicidad. La toma estará alejada de la salida de gases, humos y/o malos olores.

En cuanto a la filtración del aire que por la conducción de la climatización llega a los quirófanos debemos considerar 3 escalones: prefiltración, filtración de alta eficacia y filtración absoluta.

Prefiltración: este escalón evita la contaminación del climatizador por el aire exterior. Esta filtración tiene una eficacia del 25% con una velocidad media de paso de 1,5 a 3 m/seg, medida por medio de un test gravimétrico (ASHRAE standard 52-76)(EU4/5).

Filtración de alta eficacia: esta filtración tiene una eficacia del 90% con una velocidad media de paso de 0,3 a 0,5 m/seg. Esta eficacia se mide por medio de un test fotométrico (ASHRAE standard 52-76)(EU8).

Filtración de muy alta eficacia o absoluta (H.E.P.A.): esta filtración tiene una eficacia del 99,97 a 99,99% (según tipo de filtro) para partículas de 0,3µ con una velocidad media de paso de 0,03 a 0,05 m/seg. Esta eficacia se mide por un método óptico (dioctal phtalato) (D.P.O.).

	Eficacia	Partículas	Norma EU
HEPA	99,97%	0,3µ	EU/12
HEPA	99,99%	0,3µ	EU/13

Presurización: los volúmenes de aire de impulsión y extracción deben seleccionarse para conseguir presiones positivas de mayor a menor, conforme el grado de exigencia de los locales. Por ello, la máxima presión deberá existir en el interior de los quirófanos en relación a los locales circundantes a los mismos. Presión del quirófano: 1,5-2 mm d.c.a. (de columna de agua); sala anexa: 1mm; y pasillo limpio: 0,2mm.

La temperatura interior en quirófano estará comprendida entre los 20°C de mínima y los 24°C de máxima.

Mantener el adecuado porcentaje de humedad relativa en el quirófano es básico para la eliminación de cargas electrostáticas, y las necesidades asistenciales. En general se recomienda que en invierno se encuentre el grado de humedad entre el 45-60% y en verano entre el 50-60%.

El nivel de ruido producido por el aire de impulsión o extracción en el quirófano no debe superar los 40 dBA.

Se recomienda que el número de renovaciones de aire/hora, tanto para los quirófanos del grupo I como del grupo II, esté comprendido entre 15 y 20.

La velocidad del aire en la zona de ocupación será de 0,20 a 0,30 m/seg, no debiendo superarse para evitar la formación de turbulencias.

Para evitar la posible contaminación en los quirófanos, cuando no estén operativos, e intentar lograr un mayor ahorro energético, el aire de los quirófanos debe mantenerse en funcionamiento, pudiéndose disminuir el caudal de impulsión y de extracción de forma simultánea, hasta un 50%. En su defecto, se conectará con suficiente anterioridad al inicio de la actividad quirúrgica.

Los quirófanos deben contar con un sistema de control que garantice las condiciones ambientales de temperatura y humedad así como de presurización y número mínimo de renovaciones aire/hora.

Para asegurar una sobrepresión en el interior del quirófano con respecto a las áreas adyacentes, se recomienda la progresiva instalación de compuertas motorizadas conectadas a sondas de presión diferencial, o en su defecto la instalación de un manómetro diferencial para control visual y una sonda de presión diferencial. Así mismo, para garantizar el número mínimo de renovaciones aire/hora, se recomienda la progresiva instalación de presostatos diferenciales a ambos lados de los filtros de alta eficacia y muy alta eficacia (HEPA).

Limpieza

La limpieza en el bloque quirúrgico será diaria antes de iniciar la actividad, entre intervenciones y al finalizar la actividad de cada día. Lo más importante es la limpieza de las superficies horizontales.

La primera limpieza se realizará treinta minutos antes de iniciar la actividad quirúrgica y la última después de finalizar la actividad quirúrgica del día. Entre intervenciones se procederá a la retirada del material de desecho, limpiando las superficies horizontales y las verticales (paredes) sólo cuando existan salpicaduras de sangre. De cualquier manera, las paredes se limpiarán una vez cada 15 días o con periodicidad mensual.

La limpieza al finalizar la actividad quirúrgica incluirá limpieza del quirófano (mesa, lámpara, etc.) así como una limpieza de todas las dependencias del área.

La limpieza de la superficie externa de las rejillas de entrada y salida de aire se hará diariamente. Cada seis meses, se desmontarán las rejillas para realizar una limpieza completa y posterior desinfección.

La limpieza se realizará con agua y jabón e hipoclorito sódico (lejía comercial en una dilución de 1:10) o un derivado aldehídico al 1% para la desinfección. Todos los aparatos que tengan ventilador deberán limpiarse fuera del quirófano mediante soplado.

Parece claro que no es necesario realizar control microbiológico periódico en quirófanos de cirugía general (grupo I). Para los quirófanos del grupo II y en ausencia de casos de infección por *Aspergillus* o de obras en el hospital, no hay consenso sobre la eficacia de estos controles. No obstante, debido a que muchos de los centros están ubicados en zonas urbanas contaminadas y a que se encuentran con frecuencia en situación de remodelación, el grupo de trabajo de INSALUD como el de Osakidetza recomiendan realizarlos en las áreas de alto riesgo con periodicidad mensual.

En los quirófanos del grupo II, cirugía especial, se recomienda garantizar un ambiente muy limpio^{14,15}, crecimiento bacteriano <10 ufc/m³. No obstante, para hon-

gos oportunistas los niveles de bioseguridad definidos por dos organizaciones sanitarias nacionales (INSALUD y OSAKIDETZA)^{12,16} son de 0,1 ufc/ m³.

Sin embargo, existe consenso^{17,18} en la necesidad de realizar controles microbiológicos ambientales en caso de producirse cualquiera de las siguientes incidencias y tras la toma de medidas para su corrección:

- Avería o limpiezas de mantenimiento del sistema de climatización.
- Humedades o goteras en el techo o paredes.
- Obras anexas a la zona de aislamiento.
- Puesta en marcha de una instalación.
- Aparición de un caso de infección nosocomial por hongo oportunista.

Aparatos de transferencia de masas en corriente de aire

Para reducir al máximo los riesgos de contaminación, multiplicación y dispersión de *Legionella* en estas instalaciones se proponen medidas a dos niveles:

1. En la fase de diseño y montaje de las instalaciones mediante la adopción de medidas estructurales tendentes a facilitar la accesibilidad a los equipos para su limpieza y desinfección, con la utilización de materiales susceptibles de ser desinfectados en caso necesario, evitando la utilización de materiales y temperaturas que favorezcan el crecimiento de *Legionella*, y evitando el vertido de aerosoles en zonas transitadas. Las nuevas instalaciones deberán de adecuarse a la reglamentación vigente sobre normas básicas UNE 100-030-94¹⁹ para la prevención de la *Legionella* en instalaciones (temperatura 70°C).

2. En las labores de mantenimiento se incluirán al mismo tiempo las tareas de limpieza y desinfección de los componentes estructurales de las mismas garantizándose así la ausencia de desperfectos, incrustaciones, corrosiones, lodos, etc que pudieran alterar el correcto funcionamiento de los equipos. Para ello se tendrá en cuenta el RD 1751/1998 de 31 de julio²⁰ por el que se aprueba el reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria y disposiciones

complementarias. Se controlará igualmente la temperatura del agua y los niveles de desinfectante residual.

Las tomas de aire de los equipos dispondrán de barreras apropiadas para disminuir la entrada de suciedad al interior del equipo. Los equipos dispondrán de un dispositivo para realizar la toma de muestras de agua de recirculación. Este será fácil de abrir y poseerá un cierre manual, estando en un lugar accesible.

Se ubicarán alejados de elementos de riesgo como ventanas, tomas de aire de sistemas de refrigeración y lugares frecuentados. De cualquier forma, la descarga de aire del equipo estará siempre a una cota de dos metros por encima de la parte superior de cualquier elemento o lugar a proteger, cuando la distancia horizontal sea menor de 10 metros, preferiblemente en cubierta de edificios.

Si las instalaciones son de funcionamiento continuo (no estacional), se someterán como mínimo a una limpieza y desinfección general dos veces al año: al comienzo de la primavera y del otoño. La limpieza ha de realizarse de forma obligatoria cuando:

– Se ponga en funcionamiento por primera vez la instalación, con el fin de eliminar la contaminación que pudiera haberse producido durante la construcción.

– Antes de volver a poner en funcionamiento la instalación, cuando hubiera estado parada durante un tiempo igual o superior al mes.

– Antes de volver a poner en funcionamiento la instalación, si la misma hubiera sido manipulada en operaciones de mantenimiento o modificada su estructura original por cualquier motivo, de manera que pudiera haber sido contaminada.

A lo largo del período de funcionamiento se aplicará un programa de mantenimiento y desinfección preventivo que constará, al menos, de las siguientes operaciones (Grado de evidencia 1B):

– Mantenimiento y limpieza de los componentes estructurales de la instalación que garantice la ausencia de desperfectos, incrustaciones, corrosiones, lodos, suciedad en general y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen

funcionamiento del equipo (para ello, se tendrá en cuenta el R.D. 1618/1980 de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento

de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria y disposiciones complementarias) (Tablas 2,3).

Tabla 2. Mantenimiento de los equipos de masas de aire.

<i>Equipo</i>	<i>Inspección</i>	<i>Limpieza</i>	<i>Desinfección</i>
Torres de refrigeración	Mensual	Mensual: drenar y limpiar bandejas.	Mínimo 1 vez/año Siempre tras parada de larga duración o tras reparación
Condensadores de equipos		Anual: limpiar circuito y controlar separador de gotas.	
Aparatos de humidificación y enfriamiento evaporativo	Mensual. Las bandejas se mantendrán secas	Cada 6 meses: aletas y bandejas. Anual: toda la superficie de contacto con aire tratado o a tratar.	
Unidades de tratamiento de aire		Mensual: todas las superficies.	
Unidades terminales con batería		Cada 6 meses: limpieza de superficies interiores.	
Unidades terminales sin batería			

Tabla 3. Técnica de desinfección con cloro de torre de refrigeración y condensadores evaporativos.

<i>Tareas</i>	<i>Desarrollo</i>
Clorar	Inyectar cloro (5ppm)+ biodispersante+anticorrosivo en la bandeja de condensación
Recircular	Recircular agua durante 3 hs con ventiladores parados reponiendo cada hora el cloro
Neutralizar	Neutralizar con Tiosulfato sódico 0,005/m ³ de agua por las ppm de cloro añadido
Vaciar	Vaciar y rellenar hasta que el drenado esté limpio
Clorar	Añadir agua limpia y cloro 15 ppm con anticorrosivo
Recircular	Recircular agua durante dos horas con ventiladores parados y reponer cloro cada 30 minutos
Neutralizar	Neutralizar cloro con Tiosulfato sódico, vaciar el sistema y rellenar con agua limpia
Clorar	Clorar agua a 2 ppm + anticorrosivo
Piezas	Las piezas desmontables se desinfectarán por medio de inmersión en agua clorada a 15 ppm/ 20 minutos.

– Desinfección del agua del circuito de refrigeración de manera que se garantice su inocuidad microbiológica.

Toda instalación deberá permitir el acceso fácil para las operaciones de limpieza y mantenimiento.

Red de abastecimiento de agua

Características de la red de agua potable

La red interna de agua potable habrá de tener garantías de total estanqueidad, aislamiento y correcta circulación del agua. Para ello se procurará que la red sea lo más mallada posible (con tuberías intercomunicadas), suprimiendo los ramales o instalaciones fuera de uso para disminuir el riesgo de proliferación de microorganismos. (Fig. 2)

La red dispondrá de un sistema de válvulas de retención que eviten en cualquier

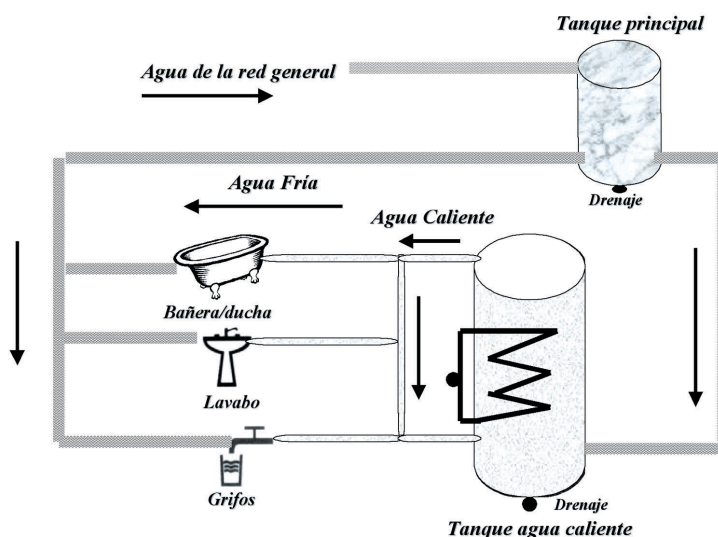


Figura 2. Esquema de un sistema de agua sanitaria, fría y caliente.

lugar retornos por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado. No deberán de existir fugas que, aunque pequeñas, puedan permitir la entrada de elementos externos si hay pérdidas de presión.

Las redes de tuberías estarán dotadas de válvulas de drenaje en los puntos más bajos. No son aconsejables los filtros y, en el caso de que sean imprescindibles, se instalarán antes del tratamiento de desinfección y se cambiarán y/o limpiarán regularmente.

La disposición de los elementos receptores de la red (grifos, duchas, etc) se realizará de forma que se imposibiliten los retornos del agua ya utilizada hacia el interior de la red. Los grifos y duchas estarán diseñados de forma que no favorezcan la formación de aerosoles.

Se recomienda que la temperatura sea inferior a 20°C en el agua fría y superior a 50°C en agua caliente.

Para mantener el agua fría en estas condiciones es necesario que las tuberías de esta red estén alejadas de las del agua caliente y si es necesario deberán aislarse térmicamente.

El circuito de distribución de agua caliente ha de ser resistente a altas temperaturas y a la acción del cloro u otros desinfectantes. Cuando se realice una nueva instalación de agua o se cambie parte de una ya existente, se recomienda que sea de cobre, acero inoxidable o materiales plásticos resistentes a la temperatura y no susceptibles de ceder sustancias indeseables al agua (para el cumplimiento de la reglamentación vigente sobre normas básicas UNE 100-030-94 para la prevención de la *Legionella* en instalaciones).

Aunque el agua proceda de la red municipal será conveniente la instalación de depósitos de almacenamiento. Estos depósitos permitirán satisfacer la demanda en los diferentes puntos de la red; mantener una presión adecuada y constante en todo el sistema; disponer de una cantidad de agua que asegure el suministro en caso de averías o cortes en la red general de abastecimiento, y garantizar que el tiempo de contacto del agua con el desinfectante sea suficiente (media hora o más).

Los depósitos serán accesibles de forma que garanticen su limpieza. Estarán intercalados en la red de distribución

interna de manera que la circulación de agua sea constante evitando estancamientos que supondrían la pérdida de cloro residual libre. Dispondrán de cubierta impermeable de bocas de acceso, las cuales estarán protegidas para evitar cualquier contaminación. Habrá una tubería de entrada de agua, de salida, de aliviadero y de limpieza. Es conveniente que el suelo del depósito tenga una inclinación hacia un punto determinado, donde estará la boca de limpieza. La tubería de salida ha de estar como mínimo 15 cm por encima del fondo del depósito.

Acumuladores de agua caliente

El diseño del sistema de acumulación deberá favorecer la estratificación térmica, de tal manera que se reduzca al mínimo la cantidad de agua que esté a una temperatura intermedia entre la entrada y la salida del sistema. Así los depósitos acumuladores serán verticales con la entrada de agua por la parte inferior y salida por la superior, siendo la relación altura/diámetro elevada (más alto que ancho) y teniendo elementos que permitan reducir al máximo la velocidad residual del agua de entrada al depósito. En caso de existencia de más de un depósito acumulador, éstos estarán dispuestos en serie sobre el circuito del agua. Es preferible que el sistema de calentamiento sea previo (intercambiadores de placas) al depósito acumulador o de almacenamiento.

La temperatura mínima de almacenamiento del agua en el depósito acumulador ha de ser de 55°C. Es preciso que el sistema sea capaz de llegar periódicamente a los 70°C y la temperatura no ha de ser inferior a 50°C en el punto más alejado del circuito o en la tubería de retorno.

Las superficies interiores de las nuevas instalaciones han de ser resistentes a la agresividad del agua a 70°C y al cloro. Se recomienda su construcción con acero inoxidable y algunos revestimientos protegidos para el acero galvanizado con revestimiento exterior de resina epoxi. Deberán de llevar protección catódica para evitar la corrosión.

Mantenimiento de la red

El mantenimiento adecuado de los elementos de la red interna, tanto del agua caliente como fría, es esencial para evitar el crecimiento de *Legionella*. Es necesario realizar periódicamente la revisión de válvulas, bocas, tuberías, grifos, duchas, etc y sustituir los elementos defectuosos, teniendo en cuenta que deben ser limpiados y desinfectados previamente a su instalación en la red interna (Grado de evidencia IA).

La red interna de agua caliente es la parte que presenta un mayor riesgo de contaminación por *Legionella*. En esta red se producen con facilidad incrustaciones en los serpentines de calefacción o en los circuitos de intercambiadores y acumuladores de calor, que pueden descamarse y sedimentar junto con otras partículas en suspensión presentes en el agua, formando un sedimento que debilita la potencia térmica del sistema y provoca un descenso de la temperatura. De esta manera, se facilita el crecimiento de microorganismos y se crean condiciones óptimas para su protección y proliferación. Por ello es necesario que los sistemas de agua caliente estén libres de incrustaciones y corrosiones.

La periodicidad y contenido de las revisiones de mantenimiento de la red de abastecimiento de agua debe ser la siguiente:

- Al mes. Limpieza y desinfección de todos los filtros y sistemas de tratamiento del agua. Comprobación de la regulación de agua caliente sanitaria.
- Al trimestre. Control de consumos de agua fría y caliente que se incorporan al circuito; comprobación de temperaturas; inspección visual de la red; funcionamiento de motores y bombas y realización de los ajustes necesarios.
- Al semestre. Limpieza, desinfección y revisión de grifos, duchas y depósitos acumuladores de agua caliente.
- Al año. Comprobación de la ausencia de fugas, funcionamiento de termostatos, presostatos, y bombas; Se realizará la limpieza y desinfección de las bombas, depósitos, circuitos primario y secundario de los intercambiadores de calor y acumuladores.

Desinfección de agua

Tanto si el agua procede de depósito propio como de la red general se realizará una recloración en el depósito de almacenamiento para reponer las pérdidas de cloro libre residual y garantizar las condiciones microbiológicas del agua. Para ello se puede instalar un dosificador automático de cloro en el depósito que garantice un nivel de desinfectante residual en el agua del mismo (entre 1 y 2 ppm).

Control de la temperatura y cloro residual

El control del cloro libre residual será diario, al menos en un punto de la red interna (final de la red). En general, se recomienda el método colorimétrico (DPD). Los valores del cloro libre residual se encontrarán entre 0,2 y 0,6 ppm.

Cada mes se elegirán un número de grifos representativo de la red, incluyendo los más cercanos y los más alejados de los acumuladores y se medirán en ellos la temperatura del agua y cloro residual. Estas mediciones se realizarán con una mayor frecuencia cuando se hayan detectado anomalías en una inspección previa, cuando se sustituya o repare una parte de la instalación, cuando una inspección revele que existe un mal funcionamiento o contaminación. Una vez al año podría medirse la temperatura de todos los grifos de la instalación.

Igualmente, cada mes se realizará un control de las temperaturas de los acumuladores.

En cada centro se analizará y seleccionarán los puntos de la red de agua fría y caliente más representativos (puntos críticos). El mantenimiento sistemático de la temperatura del agua por encima de los 50°C (agua caliente) o menos de 20°C (agua fría) en el punto de salida es una práctica recomendada en numerosos hospitales pero no existe evidencia suficiente para apoyar o desechar esta medida.

Sistema de ionización cobre-plata

Otros sistemas de control del crecimiento de *Legionella* en la red de abastecimiento de agua, a parte de la hipercloración e hipercalentamiento ya descritos, es

la instalación de un sistema de ionización cobre-plata y la instalación de ultravioletas. Todos estos métodos de desinfección han demostrado su eficacia a corto plazo, pero su eficacia a largo plazo es difícil de valorar²¹.

El proceso de esterilización con plata y cobre iónico²² está basado en el fenómeno de que el agua adquiere propiedad bactericida después de un tiempo en contacto con metales ya que éstos parecen interferir en el transporte de electrones celulares, alteran la pared celular e interfieren en la replicación celular, evitando la progresión bacteriana, formando un efecto bacteriostático inicialmente y bactericida posteriormente. El método consiste en la introducción de una cantidad minúscula de plata en el agua en forma de solución iónica, haciendo pasar a través de electrodos de plata una débil corriente eléctrica continua. El agua queda libre de sabor, olor y efecto irritante sobre los ojos y piel.

Se deben mantener concentraciones estables de iones en todos los puntos de la red. Para garantizar que la concentración de iones es la deseada en los puntos distales de consumo se debe realizar un purgado de las griferías una vez por semana.

Sistemas de ventilación o renovación de aire

La clave para prevenir la transmisión de *M. tuberculosis* en los hospitales está en disponer de un buen sistema de ventilación. Las recomendaciones incluyen dos tipos de aproximaciones: ventilación mediante sistemas de evacuación local y medidas sobre los sistemas de ventilación general.

Las medidas que influyen en la disminución del número de partículas infecciosas en el aire se basan en actuaciones sobre los sistemas de ventilación: número de renovaciones de aire y otras medidas adicionales que aumenten la eficacia como los filtros HEPA; y en la utilización de equipos de protección respiratoria cuando sea necesario. Ninguna de estas medidas elimina totalmente el riesgo de transmisión de tuberculosis, pero lo disminuye de forma significativa.

Sistemas de ventilación mediante extracción local

Estos sistemas permiten capturar las partículas contaminantes en la propia fuente o lo más cerca posible de ella y eliminarlas sin exponer a las personas al agente infeccioso. Se utilizan campanas de extracción de aire. La evacuación de los gases puede hacerse al exterior o al interior, en este último caso se debe colocar un filtro tipo HEPA para permitir la retirada del 99% de partículas infecciosas entre la salida de un paciente y la entrada del otro.

Estos sistemas están indicados en las zonas de realización de técnicas diagnósticas o terapéuticas que generen aerosoles como la inducción de esputos, administración de pentamidina etc y en los laboratorios de microbiología para procesamiento de muestras de *M. tuberculosis*. Estas son las denominadas zonas de alto riesgo por lo que requieren adaptaciones en el sistema de ventilación para eliminar las partículas infecciosas en el intervalo de tiempo de salida de un paciente y llegada del siguiente. El tiempo para eliminar un porcentaje de partículas de un espacio cerrado depende del número de recambios de aire por hora. El número de renovaciones de aire debe ser igual o superior a 6. La sala ha de tener presión negativa en relación con las salas adyacentes.

Sistemas de ventilación general

La ventilación general se utiliza para diluir y eliminar el aire contaminado y para controlar la dirección de los flujos de aire dentro de las habitaciones y entre las habitaciones y las áreas adyacentes.

La dilución y eliminación de las partículas que contaminan el aire se consigue por medio de sistemas apropiados de ventilación, consistentes en la introducción de aire limpio en la habitación y la eliminación mediante un sistema de extracción forzada, bien al exterior, o al sistema de aire general del edificio (sistema recirculante). La recirculación no puede utilizarse en áreas de alto riesgo.

Un sistema de ventilación requiere una mezcla de aire adecuada que se favorece mediante un sistema de entrada de aire

localizado en el techo y uno de extracción forzada colocado en el suelo. De esta forma, se consigue que la dirección del aire limpio sea hacia abajo, permitiendo la respiración de aire libre de partículas infecciosas.

La dirección del aire es también un factor importante para el control de la tuberculosis. Está determinada por la diferencia de presión entre las áreas adyacentes.

En un área ocupada por un paciente con tuberculosis activa el aire debe fluir hacia el área contaminada, es decir, la habitación del paciente. Para ello, la habitación del paciente deberá tener una presión negativa respecto a las áreas adyacentes. El CDC establece que la mínima diferencia necesaria para que el aire fluya de las zonas no contaminadas a las contaminadas es de 0,001 pulgadas de agua.

Es importante considerar que aunque exista una instalación con presión negativa, si se tienen las puertas abiertas, hay movimiento de pacientes o de personal sanitario, el sistema pierde su efectividad. Las puertas deben permanecer cerradas para mantener el gradiente de presiones.

En áreas de especial riesgo donde la dirección del aire es muy importante, personal especializado deberá monitorizar la frecuencia de recambio del aire y las demás condiciones para asegurarse de que se mantienen las condiciones adecuadas.

Filtros HEPA

Los filtros HEPA pueden utilizarse en áreas generales como salas de espera, zonas comunes, pero no deben utilizarse para la recirculación del aire de una zona de aislamiento tuberculoso a la circulación general. En este último caso se utilizará un filtro HEPA en la salida de aire al exterior.

El CDC establece el requisito de un programa de mantenimiento regularizado para monitorizar el filtro HEPA a fin de detectar posibles pérdidas de filtración y alteraciones en el entramado del filtro. El personal encargado de los test de medición y de mantenimiento del filtro deberá llevar una adecuada protección respiratoria.

Aislamiento de los pacientes con tuberculosis activa pulmonar o laríngea

Estos pacientes deben estar ubicados en habitaciones especialmente diseñadas con sistemas de ventilación adaptados para minimizar el riesgo de transmisión de tuberculosis. Es una medida de eficacia demostrada para prevenir la transmisión de la infección en el medio sanitario. El ingreso en habitaciones especiales lo indicarán los servicios médicos.

Unidades de Hospitalización. Todo paciente con sospecha o evidencia de tuberculosis activa deberá permanecer en una habitación individual dotada de las características técnicas de ventilación, presión y velocidad de aire antes descritas. Las puertas de las habitaciones deberán permanecer cerradas y las ventanas deber ser selladas para mantener el gradiente de presiones. En estas habitaciones deberá permanecer el menor número de personas posible y restringir por medio de asignación de cuidados el número de profesionales sanitarios que atienden al paciente. En la medida de lo posible deben evitarse los traslados de pacientes con tuberculosis activa a otras dependencias como servicios de Radiología.

La finalidad del aislamiento de estos pacientes es la de prevenir el paso de los contaminantes desde las habitaciones al pasillo y a otras áreas del hospital y reducir la contracción de partículas infecciosas en suspensión mediante la aplicación de medidas estructurales.

Urgencias. Deberán disponerse de técnicas que permitan un diagnóstico rápido de los casos. Mientras tanto, ante sospecha diagnóstica, el paciente deberá permanecer separado del resto, idealmente en una zona de presión negativa y que cumpla los requerimientos de aislamiento de tuberculosis. Si no existe esta área, al paciente se le facilitarán pañuelos desechables para cubrirse boca y nariz cuando tosa y se le colocará una mascarilla tipo quirófano. El personal sanitario que les atienda llevará una mascarilla de alta filtración.

Quirófanos. Las puertas del quirófano deben mantenerse cerradas durante la

intervención, el número de personas que entren debe ser el mínimo imprescindible. Debe evitarse que haya otros pacientes en las áreas adyacentes. Es conveniente colocar un filtro bacteriano en el tubo endotraqueal del paciente o en el lado expiratorio del circuito de ventilación, para disminuir el riesgo de contaminación del equipo de anestesia y el aire ambiental. El personal sanitario deberá llevar en este caso mascarilla con doble finalidad: proteger el campo operatorio como en otras intervenciones y protegerse de la transmisión de tuberculosis. No pueden utilizarse respiradores con presión positiva o válvulas. Deben utilizarse mascarillas de alta filtración.

La limpieza y desinfección de los materiales y de la habitación utilizados por los pacientes con tuberculosis activa se realizará como en el resto del hospital. No es necesario adoptar medidas adicionales.

SITUACIONES PARTICULARES

Recomendaciones para la prevención de *Aspergillus* cuando hay obras en el hospital

Las recomendaciones básicas para la prevención de *Aspergillus* durante los periodos de obras en las instalaciones del hospital^{23,24} se fundamentan en evitar la presencia de polvo y restos de escombros en el entorno asistencial. Así se propone el:

Colocar barreras de plástico lavable que aislen completamente la zona de obras de las áreas de hospitalización de pacientes.

Sellar los sistemas de ventilación.

Tratar de conseguir una presión negativa del área de obras respecto al resto de áreas adyacentes asistenciales.

Establecer un circuito alternativo para personas y material que esté trabajando en las obras y que no incluirá en ningún momento la zona de asistencia a pacientes.

Retirar los escombros en contenedores cubiertos por tapa o plástico, que se desecharán frecuentemente, no dejando que se acumulen. Se eliminarán por la ventana (por medio de un dispositivo ad-hoc) y

nunca atravesando la zona donde haya pacientes hospitalizados.

Realizar una limpieza y desinfección del área con un derivado clorado o aldehído, finalizada la obra y antes de la admisión de pacientes

Muestras microbiológicas ambientales positivas

Quirófanos tipo II

Realizar una valoración epidemiológica y ambiental de la situación. Dependiendo de la misma puede estar recomendada la suspensión cautelar de la actividad quirúrgica con prótesis o implantes y transplantes en los quirófanos con resultado positivo para hongos y, dado que la vía probable de contaminación es la aérea, se recomienda:

Revisar la climatización para detectar la posible causa:

- Tipo de filtro
- Cambio del último filtro
- Limpieza de rejillas y conductos
- Revisar presión, renovaciones aire/hora

Limpieza terminal del quirófano (superficies horizontales y verticales) con derivado aldehídico o clorado.

Nueva toma de muestras. Reiniciar la actividad quirúrgica si a las 48 horas el control microbiológico indica niveles de bioseguridad.

Zonas de atención a pacientes críticos

Como norma general, no se debe clausurar el área, sino realizar las propuestas de mejora de forma inmediata (limpieza del área, cierre correcto de puertas y ventanas, disciplina del personal sanitario y visitantes, cambio y ajuste de filtros y limpieza de rejillas).

Actuación ante la aparición de casos de *Aspergillus*

Ante la aparición de casos confirmados de infección por *Aspergillus*, vinculada a la realización de un procedimiento quirúrgico, se propone una secuencia de actividades encaminadas a realizar un diagnóstico de la situación, análisis y aplicación de las

medidas de control y prevención oportunas.

Una vez confirmado el caso, el médico responsable lo notificará al Servicio de Medicina Preventiva y Gestión de Calidad.

Se iniciará una búsqueda prospectiva de casos adicionales entre los pacientes hospitalizados y se intensificará la búsqueda retrospectiva a través de los datos microbiológicos, anatomopatológicos y de necropsias.

Si no se detectan más casos, no se tomará ninguna medida extraordinaria y se continuará aplicando los procedimientos de control rutinarios.

Sin embargo, si se siguen produciendo casos de infección por *Aspergillus*, se deberá realizar una "investigación ambiental" para determinar y eliminar la fuente de infección. Para ello, se procederá a:

Recoger muestras ambientales siendo el método más recomendable la técnica volumétrica: impacto de alto volumen de aire (1000 litros).

Aplicar las técnicas de "tipado molecular de *Aspergillus*" obtenido del medio ambiente y del paciente.

Instalar temporalmente filtros HEPA portátiles (Categoría II) si el sistema de ventilación donde están ubicados los pacientes de alto riesgo de infección no está en óptimas condiciones.

Aplicar las medidas necesarias para eliminar la fuente de infección ambiental.

Si no se identifica la fuente de infección se deben revisar las medidas de control existentes, incluyendo los aspectos de ingeniería para identificar las áreas que potencialmente se pueden mejorar o corregir.

Actuación ante la aparición de casos de *Legionella*

Se define como caso de origen nosocomial u hospitalario confirmado a aquél que tiene lugar en un enfermo que ha pasado los 10 días anteriores a la fecha de inicio de síntomas en un establecimiento hospitalario. Y caso nosocomial probable, cuando el enfermo ha estado ingresado por lo

menos un día, en los 10 días anteriores a la fecha de inicio de síntomas.

Tras la confirmación de la existencia de un caso de *Legionellosis* en el hospital²⁵, se notificará el caso al servicio de Medicina Preventiva y Gestión de Calidad, momento en el cual se diseñará la investigación inmediata para controlar otros posibles casos y detectar los problemas que han generado esta circunstancia.

Ante la aparición de nuevos casos se iniciará un estudio ambiental para identificar la fuente potencial de infección realizando la inspección de las instalaciones supuestamente implicadas. Se realizará la identificación y valoración de los puntos críticos efectuando una limpieza exhaustiva de los mismos.

La toma de muestras se realizará en los elementos sospechosos de ser las fuentes de infección transcurridos 15 días desde la realización del tratamiento de desinfección y limpieza de las instalaciones sospechosas, ya que la bacteria puede no ser detectable en los días siguientes al tratamiento, y puede alcanzar cantidades mayores pasado cierto tiempo, si las condiciones del sistema permiten su multiplicación.

Algunos estudios de seguimiento de edificios contaminados con *Legionella* muestran la dificultad de conseguir una eliminación total de la bacteria. Los valores a partir de los cuales es necesario adoptar medidas no están claros. Los valores referidos por los laboratorios que realizan los contajes son orientativos debido a la variabilidad existente en los procedimientos de diagnóstico.

Se recomienda muestrear:

- *Red de agua caliente.* En el retorno de agua y en la parte baja de los acumuladores.
- *Red de agua fría.* Al principio y al final de la red.
- *Torres de refrigeración:*

El agua añadida para reemplazar la que se pierde por evaporación.
La cubeta (área bajo la torre para recoger el agua enfriada).
La sección de retorno del agua a la fuente de calor.

Cualquier compartimento estanco de agua.

Los componentes internos.

Las áreas con acumulación visible de biopelícula.

Se recomienda tomar muestras de agua (250-1000cc) en recipientes estériles que contengan tiosulfato. Se recogerá en primer lugar una pequeña cantidad de agua (100 cc). Mediante torunda se frotarán las superficies de tubos de conducción, grifos y duchas (se recuperarán mayores recuentos de colonias que sólo con agua) que se incorporará al envase. Finalmente, se completará hasta el litro. Las muestras deberán recogerse en envases estériles con cierre hermético y embalajes adecuados para evitar que se rompan o se vierta su contenido en el transporte. Se medirán la temperatura y la cantidad de cloro libre.

Para el envío de muestras al laboratorio no es necesario mantenerlas refrigeradas pero sí protegidas frente a temperaturas extremas y frente a la luz del sol. Se procesarán en un tiempo no superior a dos días.

Si el resultado del muestreo fuera positivo para *Legionella*, se recomienda realizar un nuevo tratamiento de las instalaciones.

Tratamiento de las redes de abastecimiento de agua asociadas a casos. Tratamiento de choque

Se realizará para asegurar una desinfección rigurosa de la red. Se sobrecalentará el sistema, sometiendo durante 5 minutos los puntos de salida a temperaturas de más de 65°C, o se hiperclorará, sometiendo durante 5 minutos los puntos de salida a concentraciones de más de 10 mgr/l de cloro libre residual (Grado de Evidencia IB).

Tras la desinfección se hará un control riguroso de la temperatura y cloración de la red. Mientras se realizan estos tratamientos se avisará a los usuarios de la imposibilidad de utilizar el agua para bebida e higiene personal y de la posibilidad de quemaduras u otro tipo de accidentes.

Es recomendable realizar un tratamiento continuado durante un periodo de un mes²⁶ desde la aparición del último caso. Para ello se mantendrá en el sistema de agua fría un nivel de cloro de 1 ppm de forma constante en los puntos finales de la red. Y en el sistema de agua caliente, se mantendrá una temperatura de 50°C en todos los puntos finales de la red (Grado de Evidencia II).

La evaluación de la efectividad de las medidas se realizará mediante la realización de cultivos durante 3 meses (en intervalos de 15 días) (Grado de Evidencia II). Si los cultivos son negativos, se continuarán realizando los muestreos mensuales. Si aparecen cultivos positivos, se evaluarán las medidas adoptadas y considerarán la posibilidad de repetir el proceso de des-

contaminación. Debido a la dificultad de conseguir una erradicación total de la bacteria, la consideración de cuántas muestras de las tomadas deben ser negativas para dar por terminada la evaluación de la red y de qué umbral consideramos bioseguro es un asunto clave pero que todavía no se ha clarificado con rigor.

COORDINACIÓN DE RESPONSABILIDADES

Para conseguir unos buenos resultados con las medidas de prevención y control sería necesario:

- Identificar los puntos críticos, de mayor riesgo de contaminación (Tabla 5).

Tabla 5. Relación de puntos críticos del hospital.

Áreas	Puntos críticos.
Climatización	Unidades de tratamiento de aire (climatizadores) Torres de refrigeración y condensadores evaporativos Aparatos de humidificación y enfriamiento evaporativo Conductos de aire (fibra, chapa, etc.) Filtros Unidades terminales con batería (consolas, fancoils, etc)
Red de agua potable	Aljibes Depósitos de agua Filtros Tuberías de acero galvanizado Tuberías de agua fría no aisladas térmicamente Tuberías de "by-pass" Tramos de tuberías con fondos ciegos Intercambiadores y acumuladores de agua caliente sanitaria (ACS) Aparatos de reserva Duchas y grifos de (ACS)

– Definir y adoptar las medidas necesarias para prevenir o minimizar dicho riesgo.

– Seleccionar, gestionar, formar y atribuir competencias al personal encargado del mantenimiento de las instalaciones.

Cada hospital debería elaborar un plan de minimización de riesgos biológicos identificando los puntos críticos para su particular infraestructura de entre las áreas críticas existentes.

La elaboración del plan, al igual que las futuras actuaciones, debería ser multidis-

ciplinar implicando a todos los servicios del hospital con responsabilidades sobre las instalaciones como son la Dirección del Centro, los servicios de Obras y Mantenimiento, la Unidad de Limpieza, y los servicios de Medicina Preventiva y Gestión de Calidad, Microbiología, y la Comisión de Infecciones del Hospital.

Este plan constará de un programa de mantenimiento y limpieza periódico para cada instalación definida como punto crítico, con un registro organizado de las actividades realizadas en un libro de control.

La responsabilidad de su cumplimiento recaerá sobre el servicio de Obras y Mantenimiento y la Unidad de Limpieza. Es fundamental que el servicio de Mantenimiento informe periódicamente de las actuaciones realizadas en este campo al responsable del control de infecciones del centro y que el proceso de limpieza sea auditado periódicamente para garantizar su cumplimiento.

El Servicio de Medicina Preventiva y Gestión de Calidad se encargará, junto con el servicio de Microbiología, de llevar a cabo los muestreos ambientales pertinentes y sus cultivos.

Ante la aparición de casos confirmados de infección nosocomial por los gérmenes descritos se comunicará a la Dirección del Centro y a la Dirección del Instituto de Salud Pública los casos y las medidas de choque decididas por parte de los servicios implicados.

Agradecimientos

A las aportaciones surgidas del trabajo diario de las personas que participan en el programa de minimización de riesgos biológicos del Hospital de Navarra.

BIBLIOGRAFÍA

1. Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations. Sección 2: Funciones de la Organización: Gestión del Entorno de la Asistencia. En: Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations editores. Estándares de acreditación de hospitales. Barcelona: Fundación Avedis Donabedian 1997: 155-189.
2. DONABEDIAN A. Enfoques básicos para la evaluación. Estructura, proceso y resultado. En: Donabedian A. (editor). La calidad de la atención médica. Definición y métodos de evaluación. México D.F.: La Prensa Médica Mexicana 1984: 95.
3. European Foundation for Quality Management. The EFQM Excellence Model. EFQM editores. Bruselas: EFQM 1999.
4. SIMMONS BP. CDC. Guidelines for the prevention and control of nosocomial infections. Guidelines for hospital environmental control. Am J Infect Control 1983; 11: 183-199.
5. DEROUIN F. Aspergillose invasive nosocomiale. Diagnostic, prevention et moyens de lutte integree en milieu hospitalier. Bull Acad Natl Med 1996; 180: 859-870.
6. MANUEL RJ, KIBBLER CC. The epidemiology and prevention of invasive *Aspergillosis*. J Hosp Infect 1998; 39: 95-109.
7. Prevention and control of nosocomial pulmonary aspergillosis. En: CDC Guidelines for Prevention of Nosocomial Pneumonia, 1994. MMWR 1997; 46 (Nº RR-1): 58-62.
8. MANUEL RJ, KIBBLER CC. The epidemiology and prevention of invasive *Aspergillosis*. J Hosp Infect 1998; 39: 95-109.
9. BREIMAN RF, BUTLER JC. Legionnaires' disease: clinical, epidemiological, and public health perspectives. Semin Respir Infect 1998; 13: 84-89.
10. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for preventing the transmission of *Mycobacterium tuberculosis* in health-care facilities, 1994. MMWR 1994; 43 (No. RR-13).
11. CHERYL DC, BARR BA. Infection control issues in construction and renovation. Infect Control Hosp Epidemiol 1997; 18: 587-596.
12. Grupo de trabajo de la Sociedad Española de Medicina Preventiva, Salud Pública e Higiene y el INSALUD. Recomendaciones para la verificación de la bioseguridad ambiental (BSA) respecto a hongos oportunistas. Dirección General de Atención Primaria y Especializada. Madrid, 1999.
13. Guía Práctica para el diseño y mantenimiento de la climatización en quirófanos. Ministerio de Sanidad y Consumo. INSALUD. Subdirección General de Obras, Instalaciones y Suministros. 1996.
14. WHYTE W, LIDWELL OM, LOWBURY EJ, BLOWERS R. Suggested bacteriological standards for air in ultraclean operating rooms. J Hosp Infect 1983; 4: 133-139.
15. HUMPHREYS H, STACEY AR, TAYLOR EW. Survey of operating theatres in Great Britain and Ireland. J Hosp Infect 1986; 7: 250-260.
16. Grupo de Trabajo. Recomendaciones para la minimización de los riesgos microbiológicos asociados a las infraestructuras hospitalarias de Osakidetza/Servicio Vasco de Salud. Dirección de Asistencia Sanitaria-Osakidetza. Dirección de Salud Pública. Departamento de Sanidad. Vitoria, 1999.
17. GOODLEY JM, CLAYTON YM, HAY RJ. Environmental sampling for aspergilli during

- building construction on a hospital site. J Hosp Infect 1994; 26: 27-35.
18. IWEN PC, DAVIS JC, REED EC, WINFIELD BA, HINRICH SH. Airborne fungal spore monitoring in a protective environment during hospital construction, and correlation with an outbreak of invasive Aspergilosis. Infect Control Hosp Epidem 1994; 15: 303-306.
19. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Informe UNE. Climatización. Guía para la Prevención de la *Legionella* en instalaciones. UNE 100-030-94. Madrid 1994.
20. Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 1.751/1998 de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (R.I.T.E.) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (I.T.E.) y se crea la Comisión Asesora para las instalaciones Térmicas de los Edificios. BOE nº 186, 5/8/1998.
21. LIN YS, STOUT JE, YU VL, VIDIC RD. Desinfection water distribution systems for Legionella. Semin Respir Infect 1998; 13: 147-159.
22. MIETZNER S, SCHWILLE RC, FARLEY A, WALD ER, GE JH, STATES SJ et al. Efficacy of thermal treatment and cooper-silver ionization for controlling *Legionella* pneumophila in high-volume hot water plumbing systems in hospitals. Am J Infect Control 1997; 25: 452-457.
23. LOO VG, BERTRAND C, DIXON C, VITYE D, DESALIS B, MCLEAN AP et al. Control to construction-associated nosocomial *Aspergilosis* in an antiquated hematology unit. Infect Control Hosp Epidemiol 1996; 17: 360-364.
24. CORNET M, LEVY V, FLEURY L, LORTHOLARY J, BARQUINW S, COUREUL MH et al. Efficacy of prevention by high-efficiency particulate air filtration or laminar airflow against *Aspergillus* airborne contamination during hospital renovation. Infect Control Hosp Epidemiol 1999; 20: 508-513.
25. MERMEL LA, JOSEPHSON SL, GIORGO CH, DEMPSEY J, PARENTEAU S. Association of Legionnaires' disease with construction: contamination of potable water. Infect Control Hosp Epidemiol 1995; 16: 76-81.
26. Grupo de Trabajo. Recomendaciones para la minimización de los riesgos microbiológicos asociados a las infraestructuras hospitalarias de Osakidetza/Servicio Vasco de Salud. Dirección de Asistencia Sanitaria-Osakidetza. Dirección de Salud Pública. Departamento de Sanidad. Vitoria, 1999.

ANEXO 1. Técnica de toma de muestras microbiológicas ambientales.

Técnica de toma de muestras de aire.

- Método volumétrico (es el método de utilización preferente):

Se deben seguir de manera estricta las recomendaciones del fabricante a la hora de utilizar el equipo de toma de muestras ambientales.

La toma de muestras debe ser sistemática en los lugares elegidos. Se recomienda recoger muestra en las partes altas de la estancia, a la entrada del aire (permite evaluar la calidad del aire que entra) y de las partes bajas (aproximadamente a un metro de altura, que nos permitirá evaluar la remoción de esporas de las superficies horizontales y la entrada de éstas por puertas y ventanas).

En quirófanos el muestreo se realizará tras dos o tres horas de actividad quirúrgica y en habitaciones de hospitalización a cualquier hora del día.

Se utilizará un medio de cultivo selectivo para hongos. Se leerán tras 48 horas de incubación a 37°C.

- Método no volumétrico:

Consiste en la colocación de placas de Petri con medio de cultivo Sabouraud-dextrosa con cloranfenicol en 6 puntos del recinto donde se quiere realizar el muestreo ambiental. Se colocan siempre dos placas en cada punto de muestreo. Se leerán tras 48 horas de incubación a 37°C.

De los 6 puntos, uno estará en la entrada del aire al recinto y el resto en el entorno del enfermo, a un metro de altura.

En quirófanos el muestreo se realizará tras dos o tres horas de actividad quirúrgica y en habitaciones de hospitalización a cualquier hora del día.

Se deben descartar los falsos positivos (placas contaminadas de origen) que suelen presentar crecimiento de colonias en sus bordes.

Técnica de toma de muestras de agua para *legionella* SPP.

Recoger el agua en envases estériles, de cierre hermético, conteniendo thiosulfato sódico para inactivar los biocidas halógenos.

Para los grifos, cabezas de duchas y parte final de las conducciones se recomienda recoger una muestra con una torunda estéril e introducir la misma en un tubo estéril, de cierre hermético, que rellenamos con agua tomada del mismo origen.

A continuación las muestras se transportan al laboratorio. No deben almacenarse ni refrigerarse, pero deben evitarse las temperaturas extremas y la exposición a la luz solar.

En el laboratorio deben procesarse antes de las 48 horas, manteniéndolas almacenadas en el interior a temperaturas entre $20 \pm 5^\circ\text{C}$. Se recomienda el empleo de medios de cultivo semi-selectivos y la utilización de procedimientos estándar (la utilización de técnicas como anti-cuerpo por fluorescencia no es aconsejable en las determinaciones ambientales. La utilización de PCR precisa de datos fiables sobre su sensibilidad y especificidad).

Se deberán seleccionar los puntos críticos del sistema de distribución, así como los que se consideren sospechosos en cada ocasión. Se sugieren:

Red de agua caliente: retorno del agua y parte baja de acumuladores.

Red de distribución: entrada de la red y puntos distales (grifos, duchas..)

Torres de refrigeración: agua añadida al sistema, agua de retorno de la fuente de calor, componentes internos, áreas de acumulación de biopelícula.

Depósitos y tanques de almacenamiento.

Utilización clínica: humidificadores/nebulizadores, equipos de terapia respiratoria, frascos de administración de oxígeno.

Fuentes ornamentales, equipos de riego, salidas de incendios.