ISSN: 0123-3033 – ISSN-e: 2027-8284
INGENIERIA Y COMPETITIVIDAD
REVISTA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
Vol. 22 No. 2-2020 - DOI: 10.25100/iyc.22i2.9217

Carta al editor

The mechanical engineer's role in times of pandemic

El papel del ingeniero mecánico en tiempos de pandemia

Carlos A. Osorio[1]

[1]*Mann Mechanical Company, Manager de diseño y construcción virtual, Decatur, Georgia (USA)*

[§]*cosorio@mannmechanical.com*

Recibido: 19 de marzo de 2020 – **Aceptado:** 14 de mayo de 2020

No es un asunto solo médico el que tiene que ver con las epidemias, y en el caso reciente del ébola y del coronavirus, la situación es un asunto en el cual el ingeniero mecánico juega un papel fundamental para prevenir la propagación de enfermedades.

Casi todas las enfermedades que conocemos son estudiadas en laboratorios especializados con el fin de encontrar una cura, prevenir epidemias y salvar vidas, pero durante la investigación de la enfermedad se corre el riesgo de contagio por parte de científicos expuestos a dichas enfermedades las cuales, en muchos casos, pueden ser fatales. Es ahí donde el ingeniero mecánico usa sus conocimientos para ayudar a prevenir ese contagio.

Los laboratorios de investigación de enfermedades se catalogan con niveles de bio-seguridad que van desde el numero 1 al 4 (BSL-1, 2, 3 y 4 por sus siglas en inglés) dependiendo del grado de peligrosidad del agente viroso, siendo el BSL-4 el de mayor grado de protección en relación al riesgo de contagio.

1. Nivel Bio-seguridad 1

Este nivel incluye agentes que se sabe que pueden causar enfermedades en humanos y que pueden también tener un impacto de bajo grado al personal del laboratorio como al entorno. Estos agentes incluyen varios tipos de virus y bacterias como la hepatitis canina, no patogénicos como el E-Coli y algunas bacterias no infecciosas. En este nivel las precauciones de contagio son mínimas, pero al menos se debe trabajar con guantes y algún tipo de protección para el rostro.

2. Nivel Bio-Seguridad 2

Este nivel es muy similar al número 1 pero incluye agentes de más alto grado de peligrosidad como la hepatitis A, B y C, Influenza, Salmonela, Paperas, Sarampión entre otros. En este nivel las precauciones son más estrictas e incluyen que el personal de laboratorio tenga un entrenamiento especial para prevenir contagios, el acceso a los laboratorios es restringido durante algunas pruebas, cuidado

extremo al manejar instrumental corto-punzante y algunos experimentos que se realizan con aerosoles infecciosos se deben realizar en cabinas de seguridad biológica.

3. Nivel Bio-Seguridad 3

Este nivel es aplicable a sitios donde se manejan agentes nuevos o exóticos que pueden causar serias o letales enfermedades si son inhalados. Estos agentes pueden incluir varios tipos de bacterias, parásitos y virus como tuberculosis, clamidia, encefalitis equina, SARS, rabia, chikunguña, fiebre amarilla, entre otros. En este nivel, el personal debe estar entrenado para manejar este tipo de agentes patógenos y en algunos casos mortales y que son monitoreados por científicos con mucha experiencia en este tipo de bio-seguridad. Todos los procedimientos se deben realizar en cabinas de seguridad biológica u otro tipo de barrera para protección del manipulador, así como también se debe usar un traje especial y equipos para respirar aire puro si se requiere. Además, estos sitios de nivel de bio-seguridad 3 deben cumplir con unos requisitos mínimos como son, que todo el aire de la habitación sea filtrado y expulsado a la atmosfera y así mismo que el sistema de ventilación sea controlado para generar un flujo de aire continuo en una sola dirección, que es hacia adentro de la habitación. Es decir que el flujo de aire siempre tiene que ser dirigido hacia la habitación para prevenir que un agente infeccioso que este suspendido en el aire pueda salir de la habitación donde se encuentra. Todas estos procedimientos y regulaciones se deben cumplir muy estrictamente para la seguridad del público en general.

4. Nivel Bio-Seguridad 4

Este nivel es requerido cuando se manejan agentes que pueden causar un muy elevado riesgo de contagio por inhalación o contacto los cuales pueden causar enfermedades mortales y para las cuales no hay vacunas o tratamientos para tratarlos. Estos agentes incluyen fiebre hemorrágica, virus del ébola, virus de lassa, entre otros. Este nivel también se usa para el manejo de la viruela que es un agente considerado de alto contagio y que requiere medidas de seguridad adicionales. Cuando se manejan este tipo de agentes considerados de extrema peligrosidad, se requiere el uso de un traje especial presurizado el cual aísla al personal de manejo del aire del entorno. Para ingresar a estos espacios de bio-seguridad nivel 4, y luego de ponerse el traje especial presurizado, se pasa por una ducha química, luego por un cuarto de vacío y por último un cuarto con lámparas ultravioleta para prevenir el escape de algún agente de estos. Los lugares de este tipo de nivel 4 se encuentran por lo general en una edificación separada del resto de los edificios y con un alto grado de seguridad para prevenir algún tipo de contaminación. Un esquema de del nivel de bio-seguridad 4 se muestra en la Figura 1.

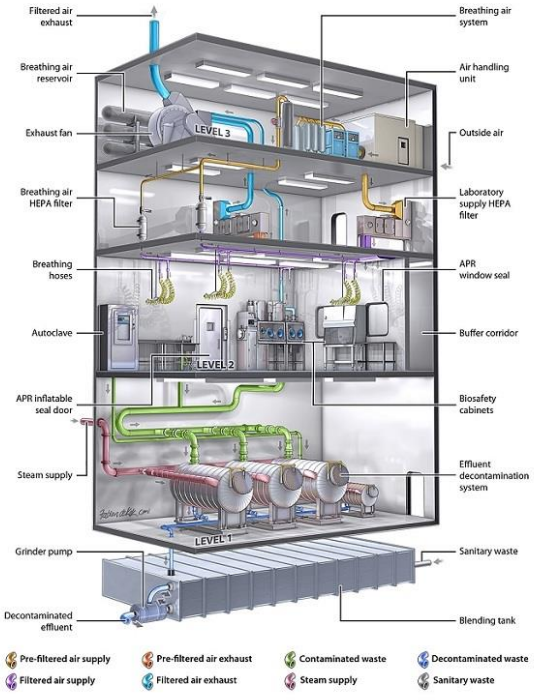


Figura 1. *Essential features of a biosafety level 4 (BSL-4) laboratory. NIAID* [(1)].

Ya conociendo los diferentes tipos de niveles de bio-seguridad podemos darnos cuenta de la complejidad que deben tener todos los laboratorios especialmente los de nivel de bio-seguridad 4, los cuales representan un mayor riesgo de contagio para el personal científico y para el público en general. Es aquí donde el ingeniero mecánico, junto con otros integrantes del equipo de diseño, se enfrenta a la tarea de diseñar un espacio científico que además de proveer las condiciones optimas de temperatura, humedad e iluminación entre otros, para la ejecución de experimentos, también sea un espacio seguro para el personal científico que labora dentro de estos. Este proceso comienza por los elementos arquitectónicos del laboratorio los cuales deben ser adecuados para el tipo de investigación y de agente para la experimentación, luego están los elementos de ventilación mecánica entre los cuales podemos encontrar los siguientes parámetros a consideración:

5. Flujo de Aire

- **Dirección:** Debe ser siempre en dirección del área menos contaminada hacia el área mas contaminada. En espacios contenidos, la dirección del flujo de aire debe ser de la puerta de acceso hacia el fondo del espacio y todos los espacios deben tener en su entrada algún tipo de dispositivo que confirme la dirección del flujo de aire.
- **Presurización:** una serie de diferenciales de presión debe existir entre los diferentes espacios para controlar la dirección del flujo de aire. La presión de aire debe ser mas negativa en los espacios de mayor riesgo de infección por contaminación. En áreas de vientos fuertes, el ingeniero mecánico debe asegurarse que el sistema de ventilación tenga en cuenta la presión externa ejercida por los vientos para que el sistema reaccione acorde al cambio y mantenga jerarquía de presión necesaria en los laboratorios.
- **Temperatura y Humedad:** el aire debe ser acondicionado antes de que entre en el laboratorio pata mantener una temperatura y humedad determinada sin importar las condiciones externas y esto se logra con unidades manejadoras de aire las cuales pueden agregar o extraer calor del aire, así como agregar o extraer humedad como sea requerido.

6. Sistema de Ventilación y Extracción de Aire

- **Localización:** las manejadoras de aire y ventiladores de extracción deben ser instalados por fuera de las áreas contaminadas para prevenir contagio durante su mantenimiento o reparación.
- **Capacidad:** la capacidad del sistema de extracción de aire debe ser 15% mayor al del sistema de aire acondicionado que suple el espacio de investigación.
- **Controles:** el sistema completo de ventilación debe ser controlado por un sistema electrónico digital el cual debe regular la presión y dirección de flujo de aire, así como también la temperatura y humedad del aire.
- **Ductos sellados:** todos los ductos que sirvan a un laboratorio de alta contaminación deben ser de acero inoxidable y completamente sellados. Deben ser capaces de resistir una presión de +4 pulgadas de mercurio sin tener ninguna fuga lo cual se puede verificar rociando agua con jabón en las juntas del sistema y ver si se hacen burbujas de aire lo cual indicaría que hay una fuga.
- **Filtros de Aire:** el aire que entra en el área de investigación debe ser limpio de impurezas y polvo el cual puede afectar la investigación.

- **Filtros HEPA para el sistema de extracción de aire:** el aire de extracción debe ser filtrado especialmente el de áreas de alta contaminación. Es por eso que se deben usar filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air) los cuales pueden remover hasta el 99.97% de las partículas de más de 0.3 micrómetros de tamaño (Figura 2).



Figura 2. *Filtro de aire HEPA de 3 etapas usado en el sistema de extracción de aire de un laboratorio de alta contaminación.*

7. Sistema de agua y plomería

- **Tubería de servicios:** deben tener sistemas de prevención de retorno de flujo de agua como válvulas cheque las cuales previenen flujo de retorno.
- **Sifones:** deben ser equipados con trampas de mínimo 12.5 cm de agua y deben ser conectados directamente al sistema de descontaminación de agua residuales. Estos sifones deben ser llenos con desinfectantes efectivos [(2)].

8. Otros Sistemas

- **Eléctrico:** los sistemas eléctricos deben ser diseñados con el fin de proveer electricidad e iluminación necesaria para el buen desarrollo de la investigación, pero también teniendo en cuenta los riesgos de infección si hay un escape de aire o líquidos por el sistema eléctrico.

- **Prevención de incendios:** no son requeridos a menos que el ingeniero así lo determine.

El ingeniero mecánico es determinante no solo para permitir que la investigación se realice bajo unos parámetros de temperatura y humedad del aire pre-establecidas, sino también para prevenir la exposición y el contagio por parte de los científicos que trabajan buscando curas y tratamientos de enfermedades y así salvar vidas.

El ingeniero mecánico también cumple un papel importante en la mitigación y disminución del riesgo de contraer y propagar enfermedades cuando realiza un diseño de los sistemas de ventilación en hospitales y centros de salud, los cuales pueden albergar a pacientes con enfermedades que no tienen cura y los cuales pueden infectar a otros pacientes o al personal medico que los atiende. Para este tipo de edificaciones, el ingeniero mecánico debe basar el diseño del sistema de ventilación como el de los laboratorios de alta contaminación teniendo en cuenta el flujo de aire, presurización, filtración, capacidad, y demás parámetros de diseño para lograr detener la propagación de enfermedades en los recintos de salud y así evitar una epidemia de grandes proporciones la cual puede acabar con muchas vidas y tener efectos económicos desastrosos para cualquier país.

Es por todo esto que es de vital importancia el papel que juega el ingeniero mecánico al momento de prevenir una epidemia durante la fase de investigación como también durante el tratamiento a pacientes enfermos que están siendo atendidos en hospitales y centros de salud.

9. Referencias

(1) U.S. Department of Health and Human Services. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. 5th ed. Chosewood LC, Wilson DE, editors. Atlanta; 2009. 438 p.

(2) USDA Research, Education and Economic. ARS Facilities Design Standards [Internet]. 242.1M-ARS USA; 2002. Available from: https://osp.od.nih.gov/wp-content/uploads/2013/06/USDA BSL-3(Ag).pdf.

Este trabajo está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons Reconocimiento–NoComercial–CompartirIgual 4.0