

**CALIDAD DE AIRE INTERIOR EN OFICINAS Y LOCALES NO
INDUSTRIALES**

AUTOR:

SONIA MARÍA GARCÍA PEDROZA

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE MEDICINA
ESPECIALIZACIÓN EN ERGONOMÍA**

BOGOTÁ, 2016

CALIDAD DE AIRE INTERIOR EN OFICINAS Y LOCALES NO INDUSTRIALES

Autor:

Sonia María García Pedroza

Directora:

Ana María Gutiérrez Strauss

Asesor Temático:

José Manuel López Camargo

Asesor Metodológico:

Erika Méndez

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE MEDICINA
ESPECIALIZACIÓN EN ERGONOMÍA
BOGOTÁ, 2016**

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodología y ética del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”

I. AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar día a día mi familia, gracias a mis padres por apoyarme en cada decisión y proyecto de mi vida, gracias a mi esposo por su incondicional apoyo, gracias a la vida por cada día que me da, gracias a mi Universidad por permitir convertirme cada vez más en un mejor profesional, gracias a mis maestros y asesores por el aporte que brindaron.

II. GUÍA DE CONTENIDO

| | | |
|-------|---|----|
| I. | AGRADECIMIENTOS | 4 |
| II. | GUÍA DE CONTENIDO | 5 |
| III. | LISTA DE TABLAS | 7 |
| IV. | LISTA DE ILUSTRACIONES | 8 |
| V. | INTRODUCCIÓN | 9 |
| VI. | PROBLEMA DE ESTUDIO | 10 |
| VII. | OBJETIVOS | 11 |
| VIII. | PROPÓSITO | 12 |
| IX. | MARCO TEÓRICO | 13 |
| 1 | Calidad de Aire Interior | 13 |
| 1.1 | Que es calidad del aire interior | 13 |
| 1.2 | Determinantes de la Calidad del Aire Interior | 13 |
| 1.2.1 | Calidad de Aire Interior según Ubicación Geográfica. | 13 |
| 1.2.2 | Calidad de Aire Interior debido a las Individuo/Trabajador. | 25 |
| 1.2.3 | Calidad de Aire Interior según la Actividad de Trabajo o de la Prestación de Servicios y los Medios de Trabajo | 26 |
| X. | METODOLOGÍA | 27 |
| XI. | ORGANIGRAMA | 30 |
| XII. | RESULTADOS | 31 |
| | Métodos de Evaluación de la Calidad de Aire Interior | 40 |
| | Métodos de control de la calidad del aire Interior | 42 |
| | Responsables del control de la calidad del aire interior. | 44 |

| | |
|---|----|
| Equipos para la medición de la calidad de aire interior | 45 |
| Medición del Contaminante Biológico | 46 |
| XIII. CONCLUSIÓN | 48 |
| XIV. PRESUPUESTO..... | 50 |
| XV. DISCUSIÓN..... | 50 |
| XVI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 51 |

III. LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Criterios de Inclusión y Exclusión | 28 |
| Tabla 2. Consolidación de variables. | 38 |
| Tabla 3. Fases de Aplicación gradual para Evaluación de la Calidad de Aire Interior... | 40 |
| Tabla 4. Métodos de control de la calidad del aire interior..... | 43 |

IV. LISTA DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Fibras de recubrimiento e tubería en asbesto y amianto. | 16 |
| Ilustración 2. Como entra en las viviendas y oficinas el Radón a través del suelo..... | 19 |
| Ilustración 3. – Organigrama de Investigación. | 30 |
| Ilustración 4. Diagrama Prisma..... | 31 |
| Ilustración 5. Monitor de la calidad de aire ambiente en oficina..... | 46 |

V. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la calidad del aire interior ha venido disminuyendo debido a diferentes factores que están afectando de manera sustancial a los trabajadores. En promedio, las personas pasan la mayor parte de su vida en ambientes cerrados, los cuales pueden tener ciertos niveles de contaminantes. Por tanto, se deben adecuar las edificaciones, para que brinden un ambiente sano y tengan un mejor grado de recirculación del aire limpio. ¹

Este documento trata de la Calidad de Aire Interior en oficinas, locales y lugares de trabajo cuya actividad no tiene relación con la industria. Por lo que se revisan las fuentes generadoras de la contaminación del aire interior, su identificación y métodos de evaluación de condiciones ambientales. Entre las fuentes de contaminación, se define la ubicación de la edificación, tipo de edificación, distribuciones de espacios, materiales de construcción, el tipo de actividad, tareas u operaciones que se realizan al interior de la edificación, equipos o maquinas utilizadas, tipo de mobiliario y de materiales de decoración, sistemas de ventilación, aclimatación, entre otros. Al igual que se considera el volumen de personas que se encuentran en el interior de los lugares de trabajo y que pueden ser fuente de contaminantes principalmente por agentes químicos y biológicos.

VI. PROBLEMA DE ESTUDIO

¿Cuáles son las determinantes que condicionan la calidad de aire interior de oficinas y locales no industriales?

VII. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar las determinantes que condicionan la calidad de aire interior de oficinas y locales no industriales, para su identificación, evaluación y control desde la perspectiva de la Ergonomía.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las variables del espacio físico que pueden generar una calidad de aire deficiente en el interior de la edificación.
- Identificar las variables relacionadas con el individuo/trabajador que pueden contribuir en la contaminación del aire interior de los edificios de oficinas y locales no industriales.
- Identificar los tipos de actividad de trabajo y medios de trabajo, que contribuyen al desmejoramiento en la calidad de aire interior de los edificios de oficinas y locales no industriales.
- Determinar los métodos de evaluación y control de la calidad de aire interior en oficinas y locales no industriales.

VIII. PROPÓSITO

Generar un capítulo para la publicación en la obra colectiva titulada “Ergonomía en el Trabajo” con el fin obtener el título de la especialización en Ergonomía de la Universidad El Bosque.

IX. MARCO TEÓRICO

1 Calidad de Aire Interior

1.1 Que es calidad del aire interior

Calidad del aire interior que tiene como siglas (CAI), sus siglas en Ingles "indoor air quality" - (IAQ) es una palabra que es conocida como un ambiente con aire limpio en las oficinas y locales no industriales, la cual está relacionada con la salud el bienestar de los ocupantes. Para el caso en estudio, comprende el estudio de los ambientes de trabajo, tales como oficinas y locales no industriales, ya que las personas generalmente pasan entre el 80% y el 90% en ambientes cerrados con cierta contaminación.²

La calidad de Aire Interior es afectada por diferentes variables, como su ubicación geográfica, según su localización, debido a las personas y según las actividades que diariamente desarrollan en sus oficinas y locales no industriales.

1.2 Determinantes de la Calidad del Aire Interior

1.2.1 Calidad de Aire Interior según Ubicación Geográfica.

Hay una serie importante de contaminantes que pueden ser generados por la ubicación Geográfica de las oficinas y locales no industriales, ya sea que se encuentren en zonas expuestas a la contaminación atmosférica, así como, variables de temperatura como la influencia de climas cálidos o fríos, de la altitud y la humedad ambiental, entre otras.

La altitud, la temperatura y la humedad varían significativamente en cada región del mundo. A mayor altitud, la presión parcial de oxígeno disminuye y, en compensación, la inhalación aumenta. En el caso de las partículas transmitidas por el aire, los mayores volúmenes de inhalación darán lugar a la ingesta de un mayor número de ellas. Por otro

lado, en el caso de los contaminantes gaseosos, no se espera ningún aumento en los efectos respecto a aquellos esperados en el nivel del mar. La temperatura tiene un efecto importante en la salud, mientras que la humedad probablemente no causa un efecto significativo en la toxicidad de los contaminantes gaseosos.³

1.2.1.1 Humedad Ambiental

Este es un factor fundamental dentro del confort térmico, ya que un aumento en la humedad relativa reduce la capacidad de la pérdida de calor debido a la transpiración y evaporación, con lo cual el efecto es el equivalente al aumento de la temperatura. Las humedades extremas pueden crear problemas de disconfort, ya que los niveles inferiores al 30 % pueden ocasionar sequedad en las membranas mucosas, mientras que niveles muy altos de humedad, mayor al 70% pueden favorecer al crecimiento de hongos y otros contaminantes biológicos, el intervalo recomendado se encuentra entre el 40% y el 50%.

1.2.1.2 Disposición Arquitectónica del edificio

- Tipos de edificación

Hacer referencia al uso de las edificaciones ya sean locales u oficinas no industriales, si son edificaciones recién construidas o edificaciones antiguas, las cuales fueron construidas con una buena distribución de aire y de luz interior, teniendo en cuenta los tipos de materiales, ya sea maderas, concreto o acero.

La disposición física del edificio y del sistema de climatización del edificio determina cómo el aire se mueve por todo el edificio y cuán fresco el aire entra en el edificio desde el exterior. Por ejemplo, cambio de la disposición de un edificio mediante la

construcción de las paredes o divisores de interior se puede cambiar la circulación del aire, los patrones de circulación y conducir a una mala circulación de aire o una concentración de contaminantes en ciertas áreas,⁴ edificios herméticos sin ventanas funcionales, tomas de aire inadecuadas, transferencia de contaminantes, entre muchos otros

- Tipo de ventilación

La ventilación en la edificación puede ser natural o artificial, cuando la distribución arquitectónica permite un buen flujo del aire que influyen en la calidad de aire interior relacionadas con las características arquitectónicas de las edificaciones, cabe resaltar el punto de toma de aire fresco que ingresa a la edificación; es decir la calidad del aire que ingresa del exterior y que alimenta a su vez los sistemas de climatización y de calefacción del aire.

Los sistemas de ventilación artificiales son elementos o mecanismos adquiridos para regular el flujo de aire por medio de equipos modernos de ventilación.⁵

- Materiales de construcción

Los materiales empleados en la construcción, son de diferentes tipos. Dichos materiales se caracterizan acorde con su utilización como aisladores térmicos y en instalaciones de aires acondicionados; destacándose los materiales de fibras, principalmente la fibra de vidrio y fibras de asbestos. También se encuentran distintos tipos de compuestos orgánicos volátiles⁶, de los materiales de la decoración de interiores, los recubrimientos de las superficies, materiales de aislamientos acústicos, material de las tuberías, entre otros.⁷

✚ Los contaminantes químicos más frecuentemente encontrados en estas locaciones

son:

a) El polvo

El polvo se considera como un factor que está formado por partículas orgánicas como inorgánicas. La cantidad de polvo total dependerá de la ventilación, la limpieza y, las actividades en la zona.⁸

b) Fibras

muchas de las cuales se pueden clasificar como fibras, como el amianto, fibra de vidrio y los revestimientos textiles. La fibra de vidrio y asbestos son dos tipos de fibras que presentan un riesgo potencial de contaminación, tanto si se generan en un ambiente industrial como en uno no industrial. La fibra de vidrio está formada por material amorfo vídrioso. Se usa como refuerzo en plásticos, cauchos, papel y tejidos y como aislante térmico en los sistemas de aire acondicionado.

Ilustración 1. Fibras de recubrimiento e tubería en asbesto y amianto.



Fuente: <http://medicablogs.diariomedico.com/jmsanz/files/2014/09/friable.jpg>

El término asbestos abarca distintas formas de silicatos minerales empleados normalmente en materiales de aislamiento. Aunque su utilización está prohibida o muy limitada en los edificios de nueva construcción, aún es frecuente en edificios antiguos, pudiendo ser fuente de contaminación durante la realización de trabajos de mantenimiento y remodelación, así como consecuencia de la degradación de los materiales que los contienen.

c) Humos, Gases y Vapores

En el interior de un edificio de oficinas existe cierto número de contaminantes químicos según su procedencia. Normalmente se utilizan ciertos elementos tales como estufas, secadoras, quemadores, entre otros, los cuales generan productos como (CO, CO₂, NO, NO₂ y SO₂) en el aire, o en su defecto pueden penetrar a los edificios debido a la captación de aire inadecuado.

Otros contaminantes químicos que vienen del exterior también pueden afectar la calidad del aire interior en las edificaciones; tales como el humo de escape de los vehículos, dióxido de azufre, monóxido de carbono y ozono.

El monóxido de carbono se forma por combustión incompleta de sustancias que contienen carbono. Su presencia en medios no industriales es debida a la emisión por motores de combustión interna en garajes dentro y fuera del edificio, igualmente el Ozono se encuentra presente en el aire exterior que ingresa a las edificaciones a través de los ductos de ventilación. El ozono es nocivo si se inhala en concentraciones suficientemente altas ya que es un componente de la contaminación tóxica del aire que a veces afecta a las grandes ciudades.⁹

Compuestos orgánicos volátiles como el Formaldehído, se emplea extensamente en la formulación de plásticos, especialmente en las resinas de melaminaformaldehído, urea-formaldehído y fenol-formaldehído usadas como aislantes térmicos y barnices. Una inadecuada formulación, un mal curado, así como la degradación producida con el paso del tiempo, son las causas de la emisión de este compuesto al aire ambiente. El formaldehído puede ocasionar irritación en las vías respiratorias y alergias. Está confirmado por la Agencia Nacional para la Investigación del Cáncer, en sus últimos informes como una sustancia altamente Cancerígena.

Otros materiales de construcción que pueden ser fuente de contaminación por generación de compuestos químicos en el aire del interior de un edificio son los muebles y elementos de decoración de madera y caucho, los agentes sellantes, colas, barnices, y materiales textiles. Entre los disolventes detectados con una mayor frecuencia se hallan: tolueno, xilenos, etilbenceno, trimetilbencenos, propilbencenos, n-nonano, n-decano, n-undecano e hidrocarburos clorados, entre ellos freones y 1,2-dicloroetno¹⁰

El radón, es un gas invisible y radiactivo de origen natural que resulta de la desintegración

del radio, que puede encontrarse en las formaciones de roca debajo de los edificios o en

ciertos materiales de construcción en sí mismos. El radón probablemente es el peligro

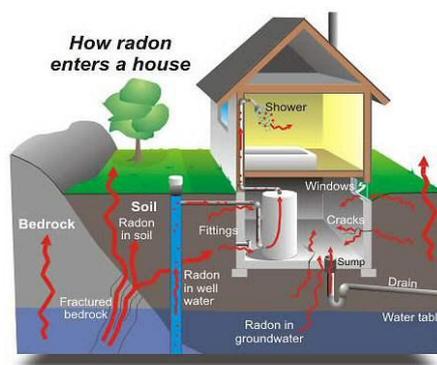
más grave para el deterioro de la calidad del aire interior en los Estados Unidos y Europa,

probablemente responsable de decenas de miles de muertes por cáncer de pulmón cada año.

El radón es la causa número uno de cáncer de pulmón entre los no fumadores, según estimaciones de la EPA. En general, el radón es la segunda causa principal de cáncer de pulmón. El radón es responsable de aproximadamente 21.000 muertes por cáncer de pulmón cada año. Sobre 2.900 de estas muertes ocurren en personas que nunca han fumado.¹¹

En Colombia comúnmente no se realizan mediciones de radón en las oficinas, ni locales y tampoco en casas.

Ilustración 2. Como entra en las viviendas y oficinas el Radón a través del suelo.



Fuente: <http://www.remtekenvironmental.com/radon1.html>

La utilización de ozonizadores para desodorizar el aire es, obviamente, otra fuente de generación¹², lámparas de descarga de altas frecuencias, lámparas ultravioletas y descargas de arco eléctrico. En oficinas una fuente de ozono son las fotocopiadoras a color.

d) Metales y compuestos metálicos

La presencia de plomo es debida generalmente a fuentes exteriores. También se ha detectado la presencia de hierro y manganeso sin poder justificar su origen. Por su parte, el sistema de aire acondicionado libera polvos conteniendo Al₂O₃. H₂O, Al₂O₃. HCl y Al₂O₃ (Oxido de Aluminio) y CO₂ procedentes de la corrosión del metal del que está construido parte del mismo.¹³

Para resumir, se desconocen los síntomas de las bajas concentraciones de contaminantes a largos periodos de exposición, los contaminantes químicos más comunes en un edificio no industrial son: Monóxido de carbono, Dióxido de carbono, Humo de tabaco, Material de construcción, Fibra de Vidrio, Fibra de amianto, Formaldehido, Disolventes, Partículas, Pesticidas, Productos de consumo, Ozono, Metales y compuestos metálicos, Radón, Cloro.

e) Materiales de aseo y limpieza

En las operaciones de limpieza y desinfecciones se utilizan productos como los aerosoles, quitamanchas, limpia hornos y jabones para muebles y alfombras, el cloro el cual es un gran desinfectante, pero a la vez es un gran contaminante y siliconas abrillantadoras entre muchos otros.

f) Cafeterías y Cocinetas

En las actividades de preparación de alimentos en cafeterías y cocinetas, los alimentos emiten olores convirtiéndose en contaminantes de la calidad de aire por los olores que emiten, por la producción de humo al calentarlos. La ubicación de este espacio dentro de áreas de oficinas puede llegar a ser fuente de contaminación del aire más aun cuando no se cuenta con una adecuada ventilación y el uso de filtros.

El consumo de alimentos y bebidas en oficinas y locales no industriales, genera basuras que además de emitir olores va a generar una serie de agentes patógenos que se dispersan por el aire afectando la salud de los trabajadores.

g) Control de vectores y control de plagas

Cuando se realizan actividades de eliminación de vectores y control de plagas, los Pesticidas, se incluye una gran variedad de dicumarinas, organofosforados, carbamatos o hidrocarburos clorados que se usan contra insectos, roedores y el crecimiento microbiológico. Mientras algunos son volátiles y tienen un tiempo de residencia limitado, otros pueden acumularse en el polvo y redistribuirse. Se desconocen los efectos para la salud asociados a exposiciones prolongadas a bajas concentraciones de muchos pesticidas y sus subproductos.

 Los Contaminantes biológicos que se pueden encontrar en las edificaciones son:

Los microorganismos presentes en el aire interior, se encuentran como aerosoles biológicos, por lo que se debe tener en cuenta los conceptos de reservorio, multiplicador y diseminador.

Un reservorio es un medio que reúne una serie de condiciones que permiten a los microorganismos sobrevivir en un determinado entorno, mientras que el multiplicador favorece que se reproduzcan y el diseminador actúa como introductor de los microorganismos y de sus metabolitos en el aire. Los contaminantes biológicos, por otro lado, se clasifican básicamente como agentes infecciosos, antígenos y toxinas por ser éstas sus formas más usuales.

Agentes Infecciosos

Los Virus, nematodos, amebas, hongos y ácaros, también pueden acumularse por condensaciones del sistema de aire y en torres de refrigeración.

De la misma manera existen agentes infecciosos tales como hongos patógenos que contaminan los suelos donde se realizan las construcciones, ya que al ser alterados por el viento o por excavaciones, pueden introducirse en el ambiente interior a través de los ductos de ventilación. También la presencia de nidos de los pájaros en los edificios es una fuente de contaminación por hongos, siempre y cuando los edificios se localicen en lugares donde se tenga contacto con la naturaleza.

Toxinas

Son sustancias creadas por plantas y animales que son venenosas o tóxicas para los seres humanos. La mayoría de las toxinas que causan problemas a los humanos provienen de microorganismos como bacterias.¹⁴

La mayor parte de las toxinas microbianas presentes en el aire de un ambiente interior están constituidas por endotoxinas bacterianas y micotoxinas (procedentes de los

hongos). Cuando la bacteria productora de la endotoxina crece, libera toxinas solubles dentro del agua (del humidificador, por ejemplo), a partir de la cual pasan al aire. Se asocia a las endotoxinas con algunos síntomas característicos de las neumonitis hipersensitivas y de la fiebre de los humidificadores.

Se conocen también casos de contaminación de edificios por hongos toxígenos y se han descrito síntomas agudos como resultado de la exposición a las micotoxinas en interiores. Sin embargo, se desconocen los factores que controlan la liberación de las micotoxinas en el medio ambiente. El característico olor a moho de las áreas en las que se hallan presentes hongos es debido a la producción, por parte de éstos, de sustancias volátiles.¹⁵

El moho es un hongo que se encuentra tanto al aire libre como en interiores. Nadie sabe cuántas especies de hongos existen, pero se calcula que puede haber desde decenas de miles hasta quizá trescientas mil o más. El moho crece mejor en condiciones cálidas, mojadas y húmedas, y se propaga y reproduce mediante esporas. Las esporas del moho pueden sobrevivir en condiciones ambientales, como la resequedad, que no favorecen el crecimiento normal del moho.¹⁶

Existen dos clases comunes de moho: (a) por el crecimiento inducido por la humedad de las colonias de moho y (b) por sustancias naturales liberadas en el aire, como caspa de los animales y el polen de las plantas. El moho siempre está asociado con la humedad, y su crecimiento se puede inhibir al mantener los niveles de humedad por debajo de 50%.¹⁷

La presencia de humedad en interior de Oficinas, locales no industriales, surge del agua que penetra al edificio por capilaridad, en algunos casos por fisuras en las tuberías, así como, la condensación del agua en los ductos de ventilación y la humedad del ambiente exterior, cuando los materiales absorber agua durante más de 48 horas generan el moho, el cual puede propagarse en el aire.

Agentes infecciosos en Humificadores y Torres de Refrigeración

Otras enfermedades contagiosas se transmiten directamente desde reservorios al medio ambiente localizados en Humificadores y Torres de Refrigeración, entre estas se encuentran la legionella y otras bacterias y hongos causantes de neumonías.

La legionella, por ejemplo, sobrevive y se multiplica en torres de refrigeración, humidificadores, cabezales de ducha, en basura y agua en general, que actúan como reservorios y multiplicadores para los microorganismos. La diseminación ocurre cuando se altera un reservorio o cuando el aparato contaminado es además multiplicador y diseminador, como, por ejemplo, una torre de refrigeración o un humidificador.

Antígenos

Los antígenos son sustancias que afectan el sistema inmunológico el cual se reconoce como una amenaza. Algunos ejemplos de antígenos son las toxinas de las bacterias y los virus.¹⁸, localizados en sustratos procedentes del exterior, tales como suelo, material vegetal (vivo y no vivo) y fuentes de agua, así como sustratos húmedos propios del medio ambiente interior. Los microorganismos pueden multiplicarse en cualquier agua estancada y pasar al aire al removerse ésta. En el caso de los hongos cualquier superficie sucia puede actuar como foco de reproducción, formándose esporas que quedan

expuestas directamente a la corriente de aire y así son dispersadas al entrar a las oficinas y locales no industriales.

1.2.2 Calidad de Aire Interior debido a las Individuo/Trabajador.

Los ocupantes de un edificio, son en sí una fuente de contaminación, ya que el ser humano produce de modo natural dióxido de carbono, vapor de agua, partículas de piel humana y aerosoles biológicos, igualmente el consumo de alimentos en los espacios de trabajo.

Los aromas de los cosméticos que usan las personas, o la producción de olores corporales desagradables,¹⁹ que se generan principalmente contaminación, con una menor incidencia las cuales producen molestias afectando la convivencia.

Algunas de estas fuentes producen mezclas complejas, como puede ser el humo de tabaco producido por las personas que fuman en los espacios de trabajo.

Las enfermedades infecciosas se transmiten más fácilmente en los ambientes cerrados que en el exterior, ya que el volumen de aire en el cual se diluyen los microorganismos es más bajo, el contacto directo es mayor y las personas pasan más tiempo en ambientes cerrados que en el exterior. También hay que considerar que muchas enfermedades contagiosas requieren el contacto directo entre huéspedes humanos para su transmisión, mientras que otras, tales como gripe, sarampión, viruela, tuberculosis y algunos resfriados comunes, se transmiten fácilmente por el aire pudiendo sobrevivir los microorganismos causantes de los mismos, durante su paso a través del sistema de ventilación, si no se toman medidas específicas al respecto.

1.2.3 Calidad de Aire Interior según la Actividad de Trabajo o de la Prestación de Servicios y los Medios de Trabajo

Los elementos de uso cotidiano como corrector, colas, pegamentos y las fotocopiadoras producen ozono, que puede causar problemas de salud si se acumulan, así como las impresoras láser, equipos informáticos, pantallas de visualización, equipos electrostáticos para la purificación del aire, y elementos decorativos.

X. METODOLOGÍA

Tipo de Investigación

El tipo de investigación es de tipo documental, ya que se realiza una selección de diferentes artículos, e información de lectura de diferentes materiales bibliográficos, que tengan relación con la Calidad de Aire Interior, más específicamente en oficinas y locales no industriales.

Materiales y Métodos

Se recopiló información relacionada con el tema Calidad de Aire interior para caracterizar las variables que miden la calidad de aire al interior en edificios de oficinas y locales no industriales, consultando fuentes de información Bibliográficas de artículos disponibles en la biblioteca de la Universidad El Bosque, Universidad Manuela Beltrán; se consultaron las Bases de datos Proquest, Scielo, WorldCat revistas de Salud; revistas electrónicas, revista cubana de higiene y epidemiología, y libros digitales Enciclopedia de salud, a través de enlaces electrónico gubernamentales como La Organización Mundial de la salud, Calidad Del Aire Interior en Edificios De Uso Público.

Se consultaron libros como: Calidad ambiental interior, Calidad de ambientes interiores, Control de olores, monóxido de carbono, compuestos volátiles orgánicos (VOC), sustancias aéreas peligrosas (HAP) y calidad del aire interno.

Los artículos consultados pertenecen al año 2011 hasta 2016, donde las palabras claves de búsqueda fueron Calidad de aire interior, calidad de aire interior en oficinas, edificio enfermo, calidad de ambiente interior.

Instrumento

Se organizó la información en una matriz de categorización de documentos en Microsoft Excel con el fin de analizar y seleccionar la información relevante proveniente de cada fuente de consulta documental. Las categorías para la inclusión de contenidos fueron el idioma, fecha de publicación, título del documento, resumen, fuente, área de investigación, aporte a la investigación, autor (es), aportes para la investigación, nivel de evidencia.

Tabla 1. Criterios de Inclusión y Exclusión

| | |
|-------------------------------|--|
| Criterios de Inclusión | Publicaciones científicas de artículos nacionales e internacionales respecto al tema. |
| | Estudios realizados en otros países respecto a retorno al trabajo, en trabajadores hombres y mujeres con edades comprendidas entre los 18 y 60 años los cuales han retornado a su trabajo posterior a un accidente o enfermedad laboral. |
| | Evidencia científica relacionada con retorno al trabajo en trabajadores que han presentado patologías de origen común. |
| | Documentos científicos relacionados con los obstáculos y facilitadores factores que interfieren con el retorno al trabajo. |
| | Información publicada acerca de retorno al trabajo y su impacto a nivel personal, laboral, familiar y social. |

Criterios de Exclusión

| | |
|-------------------------------|---|
| Criterios de exclusión | Estudios que incluyen personas con algún tipo de condición especial (embarazo y/o discapacidad instaurada previamente). |
| | Publicaciones científicas de personas que se mantuvieron durante todas las fases del estudio. |
| | Información de fuentes secundarias, provenientes de otras áreas del saber diferentes a las ciencias de la salud y el trabajo. |

Consideraciones éticas

La declaración de Helsinki, fue publicada por la Asociación Médica Mundial (MM) donde se establecen principios éticos que deben ser utilizados por la comunidad médica y las demás personas que hacen parte de la experimentación de seres humanos. El deber del médico es promover y velar por la salud de los pacientes, incluidos los que participan en investigación médica. Los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber, como uno de los aspectos éticos para tener en cuenta, durante la realización de la presente búsqueda documental no implico la experimentación de ningún ser vivo.²⁰

” En la resolución N° 008430 DE 1993 ARTICULO 11. Para efectos de este reglamento las investigaciones se clasifican en las siguientes categorías:

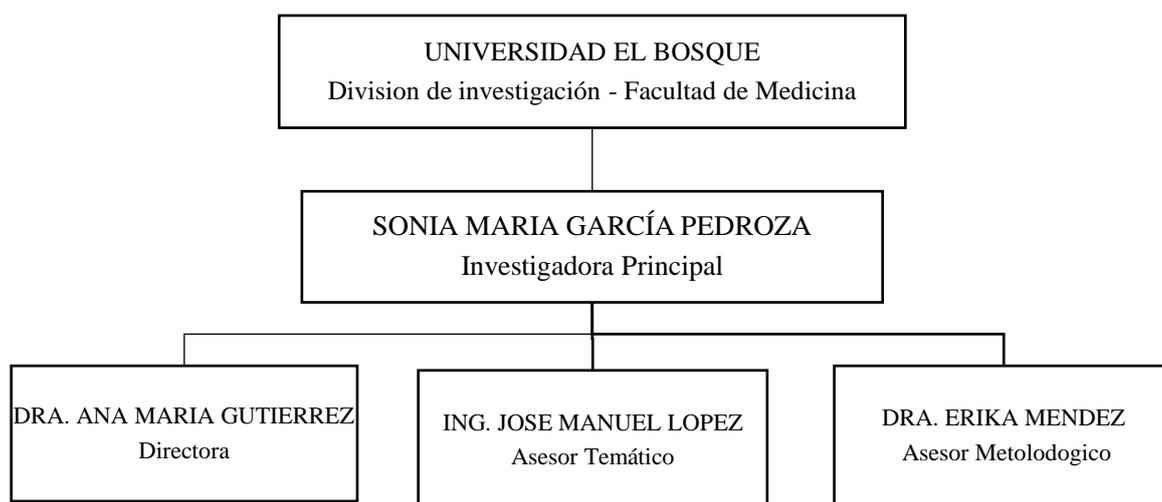
*a) **Investigación sin riesgo:** Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se*

consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta”²¹

XI. ORGANIGRAMA

En la siguiente ilustración, se presenta el organigrama de las personas que participaron en la investigación.

Ilustración 3. – Organigrama de Investigación.

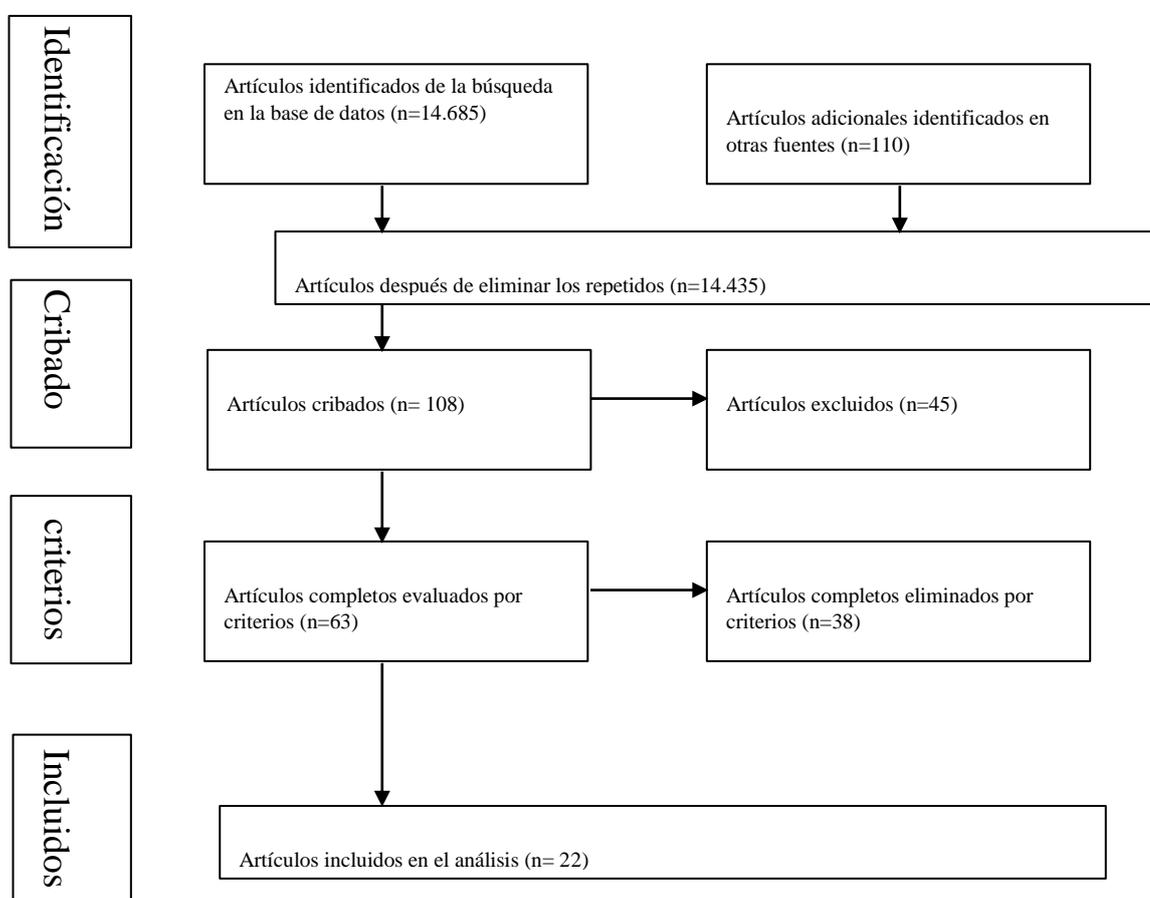


Fuente: Propia

XII. RESULTADOS

A continuación, se presenta el flujograma Prisma 2009 sobre los resultados de la búsqueda sistemática sobre Calidad de Aire Interior en Oficinas y Locales no industriales.

Ilustración 4. Diagrama Prisma



| Nº | AÑO DE PUBLICACIÓN | AUTOR (ES) | REVISTA/ | PAÍS DEL ESTUDIO | TEMÁTICA ESTUDIADA | NOMBRE DEL ARTÍCULO | OBJETIVOS | MATERIAL Y MÉTODOS DEL ESTUDIO | POBLACIÓN DE ESTUDIO | MUESTRA | RESULTADOS DEL ESTUDIO |
|----|--------------------|---|---|------------------|--|---|---|---|----------------------|---------|--|
| 1 | 2013 | Consuelo Acha Román | Calidad del aire interior | España | Calidad del aire interior” se aplica a ambientes de interiores no industriales: edificios de oficinas, edificios públicos. | Calidad del aire interior | El estudio de la calidad de aire interior y los efectos de la salud | La metodología utilizada la obtención de los resultados de la organización mundial de la salud. | Trabajadores | N/A | El ambiente interior es un tema complejo en términos de toxicología y evaluación del riesgo sobre la salud, debido a la gran cantidad de tipos de contaminantes y sus posibles efectos combinados. |
| 2 | 2012 | Xavier Guardino Solá | Enciclopedia De Salud Y Seguridad En El Trabajo | | El uso de un edificio como lugar de trabajo o vivienda y la aparición, en algunos casos, de molestias y síntomas que responden a la definición de una enfermedad. | Calidad de Aire Interior | realizar un estudio de exposición y efecto, además de muestras a largo y corto plazo para evaluar picos, será necesario tomar muestras personales para confirmar la exposición directa de las personas. | Exposición directa de las personas. | Personas | N/A | Listado de enfermedades que afectan la salud de las personas debido a la mala calidad de aire interior. |
| 3 | 2007 | Isabel Marta Morales, Virgilio Blanco Acevedo, Almudena García Nieto. | Documentos, de sanidad de Ambiental | España | La contaminación de los ambientes interiores de los edificios es la causa de múltiples problemas de salud de variada naturaleza, que pueden abarcar desde una simple fatiga o molestia, hasta síntomas compatibles con alergias, infecciones y | Calidad Del Aire Interior En Edificios De Uso Público | Determinar los contaminantes, presentes mediante la limpieza de los mismos, pudiendo completarse con un tratamiento de desinfección | Recopilación de estadísticas obtenidas por al Agencia de Protección Ambiental estadounidense | Trabajadores | N/A | Parámetros de medición |

| | | | | | | | | | | | |
|---|------|---|---|--------|--|--|---|---|--------------|---------------------------|--|
| | | | | | cáncer | | | | | | |
| 4 | 1999 | Laura Ruiz Ruiz., María Peñahora García Sanz. | Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo | España | Factores de riesgo en ambientes interiores, ventilación y enfermedades relacionadas con el edificio enfermo | Calidad Del Ambiente Interior | Determinar los factores de riesgo en ambientes interiores | Consulta, definiciones e investigaciones | Trabajadores | N/A | Recopilación y definiciones con respecto a la calidad del ambiente interior |
| 5 | 2005 | Francisco Vargas Marcos, Isabel Gallego Pulgarín | Esp Salud Pública | Madrid | Exponer las competencias, tareas y compromisos con el mantenimiento del medio ambiente saludable y exponer el marco legal que permite acciones específicas relacionadas con la calidad ambiental interior. | Calidad Ambiental Interior: Bienestar, Confort Y Salud | Identificar las competencias y el marco legislativo que permiten actuar en la prevención de riesgos asociados a la exposición de contaminantes en ambientes interiores. | Recopilación de información y evaluación | Personas | N/A | La Sanidad Ambiental es el encargado de realizar la prevención y el control, participando en la ejecución de convenios internacionales de reducción de contaminantes y desechos y promueve acciones para el desarrollo de la Estrategia Europea de Salud y Medio Ambiente. |
| 6 | 2004 | Lili Rodríguez Hernández, Jorge E. Alonzo Salomón | Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España | España | Diagnosticar la existencia del síndrome del edificio enfermo | Efecto de los factores ambientales, laborales y psicosociales, en el síndrome del edificio enfermo | Evaluar la presencia del Síndrome de Edificio Enfermo, del cual se creó una base de datos con información sobre los ocupantes, características del trabajo y la oficina, percepción del micro ambiente de la oficina, factores psicosociales y malestares de salud asociados con el síndrome. | Recopilación de datos según publicaciones | Personas | 647 Mujeres y 331 hombres | Los factores ambientales y laborales fueron los que mayormente influyeron en la presencia del síndrome del edificio enfermo entre los ocupantes del edificio, Los factores psicosociales no se asocian en la presencia del síndrome. |

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|---|---|-----------------|--|---|---|--|-------------------------------------|-----|--|
| 7 | 2011 | Ana María Gutiérrez Strauss | Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional | Colombia | Exposición ocupacional a factores de riesgo causantes de enfermedad profesional en situaciones de trabajo. | Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional | Esta Guía Técnica surge de la necesidad de estandarizar en Colombia, un instrumento que permita y facilite, recopilar, el histórico de la exposición a los distintos factores de riesgo ocupacional, a los que ha estado un trabajador, durante su vida laboral y que probablemente puedan haber impactado en las condiciones de salud del mismo. | Revisión bibliográfica internacional de manuales, metodologías y técnicas utilizadas para establecer la exposición ocupacional a factores de riesgo causantes de enfermedad profesional en situaciones de trabajo. | Ciudadanos Trabajadores | N/A | Seguido se presentan los resultados de la aplicación de encuestas dirigidas a explorar a nivel de diferentes actores del SGRP, las metodologías, estándares, criterios y técnicas utilizadas en Colombia para identificar y establecer la exposición ocupacional que permita relacionar el agente ocupacional con la historia natural de la enfermedad profesional que padece el trabajador. |
| 8 | 2015 | Instituto Regional de Seguridad y salud en el trabajo | Calidad de aire interior en oficinas y despachos en las Administraciones Públicas | España - Madrid | Calidad de aire interior en oficinas y despachos en las Administraciones Públicas | Calidad de aire interior en oficinas y despachos en las Administraciones Públicas | Determinar el origen de la mala calidad del aire interior | Recopilación de información por medio de Publicaciones | Trabajadores de despacho. | N/A | Listado de definiciones. |
| 11 | 2004 | Organización Mundial de la Salud | Guías para la Calidad del Aire | Lima | Recopilación de Evidencias Bibliográficas y estadísticas de la Organización Mundial de la Salud. | Guías para la Calidad del Aire | El objetivo principal de las Guías para la Calidad del Aire de la OMS es proteger la salud pública de los efectos de la contaminación del aire y eliminar o minimizar la exposición a contaminantes peligrosos. Las guías se formularon para ayudar a los gobiernos en la preparación de sus normas legales de calidad del aire y para orientar a las autoridades y profesionales de la salud ambiental | Clasificación de publicaciones y estadísticas de la Organización Mundial de la salud. | Personas en General a Nivel Mundial | N/A | Elaboración de una Guía que determinan los factores contaminantes y los efectos nocivos para la salud en Calidad de Aire Interior. |

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|---|--|---------------------------|--|---|--|---|--|-----|--|
| | | | | | | | encargados de proteger a la población de los efectos perjudiciales de la contaminación del aire | | | | |
| 12 | 2005 | Organización Mundial de la Salud | Organización Mundial de la Salud | Ginebra - Suiza | Resumen de evaluación de los riesgos | Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre | Las guías de calidad del aire de la OMS tienen por objeto ofrecer orientación sobre la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud. | Se basan en el conjunto, ahora amplio, de pruebas científicas relativas a la contaminación del aire y sus consecuencias para la salud. | Población en General | N/A | En este documento se presentaron los valores guía revisados para los contaminantes más frecuentes del aire, tomando como base un examen de las pruebas científicas acumuladas. |
| 13 | 2019 | American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers | Asociación de Arquitectos e Ingenieros de Estados Unidos | Estados Unidos de América | Calidad de Aire Interior – Mejores prácticas para la construcción. | Indoor Air Quality Guide Best Practices for Design, Construction, and Commissioning | Presentar un Manual Guía de Construcción de Edificios con ventilaciones mejorando la calidad del aire interior. | <p>Importancia del proceso de diseño y construcción</p> <p>Si bien hay amplia información y experiencia para lograr una buena IAQ en edificios comerciales e institucionales, no ocurre automáticamente. Requiere un nivel de conciencia y compromiso que no es típico de la mayoría de los proyectos, incluyendo un esfuerzo para hacer que la IAQ forme parte del diseño al principio del proyecto.</p> | Arquitectos e ingenieros de la construcción. | N/A | Metodología para la óptima construcción de edificaciones amigables con la calidad del aire interior. |

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|---|---|-----------------|---|---|--|---|----------------------|-----|--|
| 14 | 2014 | Comité Técnico | Norma Española | Madrid - España | Establecimiento de Normas y Parámetros para la Calidad de Aire Interior. | Norma Española | Describir una metodología que permita evaluar la calidad de aire interior | Establecimiento de Parametros | Ciudadanía | N/A | Establecer una norma que determine los parámetros de la calidad de Aire Interior. |
| 15 | 2013 | Maria José Zafrá Barranco | Calidad de aire interior. Detección y evaluación. Medidas preventivas | España | Clases y tipos de Contaminantes | Calidad de aire interior. Detección y evaluación. Medidas preventivas | Determinar los causantes de la mala calidad de aire interior | Recopilación de Información por medio de Artículos investigativos | Trabajadores | N/A | Se presenta una guía de los mayores contaminantes y su normatividad. |
| 16 | 2015 | 3M México | Calidad de aire interior. Detección y evaluación. Medidas preventivas | México | Medición de la Calidad del Aire | Calidad de aire interior. Detección y evaluación. Medidas preventivas | Enlistar los equipos a usar para medir el el Aire | Ficha técnica de equipos de control de la calidad del aire | N/A | N/A | Lista de equipos para la medición de la calidad de aire interior |
| 17 | 2006 | Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo | NTP 289 | España | Síntomas que se presentan en edificios enfermos | NTP 289: Síndrome del edificio enfermo: factores de riesgo | Recoger la metódica general para diagnosticar e investigar aquellos edificios aquejados de un Síndrome de Edificio Enfermo | Recopilación de Información | Edificios Enfermos | N/A | Se establece una guía metodológica para determinar si un edificio está o no enfermo |
| 18 | 2008 | Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo | Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo | España | Factores de riesgo en ambientes interiores. La ventilación y su importancia en los ambientes interiores Principales problemas de salud relacionados con la Calidad de | Calidad del Ambiente Interior | Determinar los factores de riesgo en ambientes interiores. Exolicar la importancia de la ventilación. Determinar los principales problemas de salud relacionados con la Calidad de Aire Interior | Recopilación de información por medio de publicaciones. | Población de general | N/A | Se enlistan las diferentes definiciones con respecto a los factores de riesgo ambientales, la ventilación y principales problemas de la salud debido a la calidad del aire interior. |

| | | | | | Aire Interior | | | | | | |
|----|------|---|---|--------------------|---|--|--|--|--------------|-----|---|
| 19 | 2015 | Juan Guasch Farrás | Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo | España | Control Ambiental en Interiores | Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo | Establecer controles ambientales en interiores. | Recopilación de información según publicaciones. | N/A | N/A | Se establecen los contaminantes más comunes y sus fuentes. |
| 20 | 207 | Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo | Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo | España - Barcelana | Guía Práctica para la evaluación del síndrome del Edificio Enfermo | El síndrome del Edificio Enfermo | Establecer criterios y guías para la evaluación de fuentes de contaminantes en los edificios enfermos que afectan la Calidad del Aire Interior | Recopilación de Información de diferentes artículos. | N/A | N/A | Se establece una guía práctica para la evaluación del síndrome del Edificio Enfermo |
| 21 | 1993 | Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo | Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo | España | Síndrome del edificio enfermo | NTP 380: El síndrome del edificio enfermo: cuestionario simplificado | Realizar un cuestionario para evaluar edificios enfermos | Según criterios de publicaciones se realiza un cuestionario. | N/A | N/A | Se realiza un cuestionario para evaluar edificios enfermos |
| 22 | 2013 | Organización Mundial de la Salud | Organización Mundial de la Salud | España | Contaminantes de la calidad de Aire interior en ambientes cerrados. | Aspectos técnicos de la calidad de ambientes interiores | Determinar los principales contaminantes en ambientes interiores con respecto a la calidad de aire interior | Por medio de publicaciones. | Trabajadores | N/A | Elaborar una guía de los principales contaminantes de la calidad de aire interior |

La revisión bibliográfica permitió identificar las variables mínimas a tener en cuenta como determinantes que condicionan la calidad de aire interior de oficinas y locales no industriales, para su identificación, evaluación y control desde la perspectiva de la Ergonomía.

En la siguiente tabla resumen, se presentan las variables que están relacionadas con la calidad de aire interior definidas en los diferentes artículos que forman parte de la investigación.

Tabla 2. Consolidación de variables.

| Determinantes | VARIABLES | Evaluación | Control |
|---------------|--|---|---|
| Geográficas | Ubicación Geográfica | Valores límites de la temperatura del aire | Respecto a la calidad del aire interior, el Reglamento Instalaciones Térmicas en los Edificios establece que los sistemas de ventilación y climatización, centralizados o individuales, se diseñaran para controlar el ambiente interior desde el punto de vista de la calidad con los métodos que se establecen. |
| | Contaminación Atmosférica | | |
| Geográficas | Variables de Temperatura | Recintos* Con calefacción: ≤ 21 °C | - Selección de sistemas de purificación acorde a los niveles de contaminación exterior. |
| | Altitud | Recintos* refrigerados: ≥ 26 °C | |
| Geográficas | Humedad Ambiental | Humedad relativa: 30-70% | |
| | Tipo de Suelo | | |
| Geográficas | Localización y medio que lo rodea. | | |
| | | | |
| Locativas | Disposición física y arquitectónica | - Inspecciones visuales | Eliminar la fuente de contaminación |
| | Uso y distribución del edificio | - Vigilancia (muestreo o monitoreo) | |
| Locativas | Sistema de Climatización | Información exhaustiva de los síntomas detectados. | Sustituir el producto que origina la contaminación. |
| | Sistemas de Calefacción | Recopilación de quejas | |
| Locativas | Mobiliario | Conjunto de datos del edificio y fuentes de contaminación. | Reemplazar los materiales que contengan asbesto |
| | Materiales de Construcción | Posibles mediciones iniciales que se hayan realizado (Orientativas). | |
| Locativas | Fibras de vidrio | Se realiza la comparación del uso, funcionamiento actual del edificio, con el diseño y la función de la planta original. | Captura del contaminante. |
| | Fibras de Asbestos | | |
| Locativas | Compuestos Orgánicos Volátiles | Se realizará un análisis completo del sistema de ventilación y climatización y de la calidad del aire interior, para ello se debe realizar una comparación del cuadro sintomático unos meses después de que realicen las medidas correctivas. | En edificios contaminados por gas radón, esta técnica se utiliza para sellar bloques de hormigón y fisuras en paredes de sótanos, utilizándose polímeros para evitar la inmisión de radón del suelo. |
| | El polvo | | |
| Locativas | Amianto | | Las paredes de sótanos también pueden tratarse con pintura episódica y un sellador polimérico de polietileno o poliamida para evitar contaminación que pueda filtrarse a través de las paredes o |
| | Ventilación | | |
| Locativas | Limpieza | | |
| | Elementos decorativos | | |
| Locativas | Recubrimiento de superficies acústicas | | |
| | Materiales de tuberías | | |
| Locativas | Formaldehido | | |
| | Disolventes | | |
| Locativas | Caucho, Agentes sellantes | | |
| | Colas, Barnices | | |
| Locativas | Materiales Textiles | | |
| | Cocinas, estufas, secadores, quemadores | | |
| Locativas | Zonas de estacionamiento | | |
| | Vestuarios | | |
| Locativas | Presencia de material vegetal/flores/plantas | | |
| | Instalaciones de agua | | |

| | | | |
|----------------------|---|--|---|
| | <p>Gestión de residuos Sólidos Sistema de saneamiento Baños Gases, CO, CO₂, NO, NO₂ y SO₂ Contaminantes Biológicos Microorganismos Agentes infecciosos Torres de Refrigeración Humificador, diseminador Toxinas, Bacterias, Moho, Compuestos procedentes de la corrosión del metal. Al₂O₃. H₂O, Al₂O₃. HCl y Al₂O₃ (Oxido de Aluminio) y CO₂. Radón, Cloro. Materiales de Aseo y limpieza, aerosoles, quitamanchas, limpiahornos, jabones para muebles y alfombras Plaguicidas Cocinetas, consumo de alimentos en puestos de trabajo. Filtros</p> | <p>por el suelo.</p> <p>Usar materiales de baja emisión de sustancias químicas.</p> <p>- Correcta ubicación de tomas de aire y extracciones. y emisiones de contaminantes.</p> <p>- Ventilación de garajes y correcta ubicación de extracciones de Aire.</p> <p>Realizar mantenimiento y reemplazo de los materiales en proceso de degradación.</p> <p>Reemplazar los muebles antiguos y elementos de decoración.</p> | |
| Tipo de Actividad | <p>Actividades propias de cada oficina o local no industrial Mantenimiento del edificio Fumigaciones y control de plagas Actividades de limpieza</p> | | |
| Personas | <p>Carga Ocupacional (volumen de personas en área ocupada) Personas enfermas, gripas, sarampión, viruela, tuberculosis Fumadores Practicas higiénicas Hábitos personales</p> | <p>Se realiza un examen médico donde se pueda diagnosticar empleados con o sin síntomas.</p> <p>Se realizará un estudio cualitativo de los compuestos orgánicos volátiles.</p> <p>Una evaluación toxicológica y un estudio microbiológico.</p> <p>Los exámenes médicos incorporaran un cuestionario de síntomas detallado, incluyendo preguntas relacionadas con las condiciones ambientales en el trabajo y temas específicos de su puesto o actividad o tarea.</p> | <p>Eliminar la fuente de contaminación</p> <p>Campañas de prevención</p> <p>La higienización tiene como objetivo eliminar la suciedad y los contaminantes presentes mediante la limpieza de los mismos, pudiendo completarse con un tratamiento de desinfección, si se precisase.</p> |
| Medios de Trabajo | <p>Fotocopiadoras, Impresoras laser Equipos Informáticos</p> | <p>Humedad relativa Temperatura Ozono</p> | <p>Sustituir el producto que origina la contaminación.</p> |

De aquí en adelante se describirán los métodos de evaluación de la calidad de aire interior, como de los métodos de control de las determinantes identificadas que deterioran la calidad de aire interior en oficinas y locales no industriales.

Métodos de Evaluación de la Calidad de Aire Interior

La evaluación de la calidad del aire en ambientes interiores y su gestión requiere de la aplicación de valores de referencia o estándares, al igual que ocurre con la calidad del aire exterior o aire ambiente y con los ambientes laborales. Un valor de referencia debería representar un nivel de concentración que para la mayoría de individuos suponga la ausencia de efectos perjudiciales sobre la salud, y cuando se exceda, requiera emprender acciones para asegurar su reducción en el edificio o local afectado.

Los problemas relacionados con un edificio o local, se manifiestan cuando algunos de sus ocupantes, expresan quejas referentes a olores, molestias, incomodidades y presentan problemas de salud con una sintomatología común. Si las condiciones operacionales son consideradas correctas y las quejas continúan, se debe realizar una investigación técnica e higiénica, para determinar la extensión y la naturaleza del problema, la comisión de las comunidades europeas, recomiendan un protocolo de actuación, para estudiar este tipo de problemas y que se desarrolle en cuatro (4) fases de aplicación gradual.

Tabla 3. Fases de Aplicación gradual para Evaluación de la Calidad de Aire Interior.

| Fases de Aplicación gradual | Descripción |
|------------------------------|--|
| Investigación Inicial | Se realiza una recopilación Inicial de Información <ul style="list-style-type: none"> - Información exhaustiva de los síntomas detectados. - Recopilación de quejas. |

-
- Conjunto de datos del edificio y fuentes de contaminación
 - Posibles mediciones iniciales que se hayan realizado (Orientativas).

Estas sentaran la base de los posibles resultados posteriores de la investigación.

Medidas de Inspección y Guía Se realiza la comparación del uso, funcionamiento actual del edificio, con el diseño y la función de la planta original y se adoptaran las acciones correctoras oportunas.

Medidas de ventilación e indicadores de clima Se realizará un análisis completo del sistema de ventilación y climatización y de la calidad del aire interior, para ello se debe realizar una comparación del cuadro sintomático unos meses después de que realicen las medidas correctivas.

Examen Médico e Investigaciones Asociadas Se realiza un examen médico donde se pueda diagnosticar empleados con o sin síntomas.

Se realizará un estudio cualitativo de los compuestos orgánicos volátiles.

Una evaluación toxicológica y un estudio microbiológico.

Los exámenes médicos incorporaran un cuestionario de síntomas detallado, incluyendo preguntas relacionadas con las condiciones ambientales en el trabajo y temas específicos de su puesto o actividad o tarea.

Fuente: Tomado de (<http://www.europa-audiovisual.com>, 2002)

Los valores recomendados para contaminantes en aire establecen un nivel o concentración referido a un tiempo promedio de exposición y también suelen establecer un método de medición. El establecimiento de valores límites de referencia para aire interior presenta ciertas dificultades que deben abordarse siempre bajo la perspectiva de la salud y el confort de los usuarios, priorizando el control y seguimiento de los contaminantes según tipo de efectos negativos en salud y/o frecuencia. En la actualidad, para la mayoría de los contaminantes no existe un único valor límite recomendado de aceptación general. En la práctica se toman a menudo como referencia los valores

documentados para ambientes laborales, para aire exterior o posiblemente, los más adecuados para calidad de aire en general, ya que los efectos en salud de un contaminante no varían dependiendo del medio en que se encuentre.²²

Las legislaciones de los países establecen valores y niveles de contención del aire, tiempos de exposición y métodos de medición, estableciendo límites que no afectan la salud de las personas y se obliga al cumplimiento.

En caso, de carecer de regulación el país, se adoptará los valores recomendados por Organismos Sanitarios (OMS, CDC, etc.). También se indican los valores prescritos por otros Organismos reconocidos en la materia. (Normas UNE/EN/ISO, EPA, ACGIH, etc.).²³

Métodos de control de la calidad del aire Interior

Los métodos usuales del control de la calidad del aire, están basados en los métodos tradicionales de la higiene industrial, es decir algunos métodos desarrollados inicialmente para ambientes industriales pero que, a lo largo del tiempo, han venido desarrollando una serie de estrategias de corrección, para solucionar problemas de calidad del aire en interiores.²⁴

Se deben realizar diferentes controles sobre:

- Fuentes de Contaminantes
- Deficiencias en la ventilación
- Limpieza del aire
- Exposición de Ocupantes de las Oficinas.

En la siguiente tabla, se enumeran los diferentes métodos de control de la calidad del aire y las practicas a seguir.

Tabla 4. Métodos de control de la calidad del aire interior.

| MÉTODO DE CONTROL | ACTIVIDAD A REALIZAR |
|--|--|
| Eliminar la fuente y/o sustituirla | Si se puede identificar el foco de la contaminación éste debe eliminarse. Si ello no es posible, se procurará sustituir el producto por otro con menor potencial contaminante. Esto significa evitar la utilización de materiales que puedan liberar sustancias contaminantes, que sean difíciles de mantener y que recojan polvo o moho. |
| Mitigar la acción de la fuente | Para aquellas fuentes que no puedan ser eliminadas se procurará limitar los efectos que producen recubriéndolas con pinturas adecuadas u otras barreras. |
| Diluir el aire interior con un aire menos contaminado | Disminuir la concentración de los contaminantes presentes mediante su dilución en un volumen de aire considerablemente mayor es un método habitual y la base de algunas normas sobre calidad del aire como la ASHRAE Standard 62. |
| Eliminar los contaminantes presentes en el aire con otros métodos distintos a la dilución | Se pueden realizar algunas operaciones concretas para eliminar el contaminante o reducir su concentración. Por ejemplo, neutralizar con amoníaco la presencia de formaldehído en el ambiente o utilizar la separación por filtración con un aspirador de polvo. |
| Comprobar la eficacia de la ventilación | Deben efectuarse los test necesarios en puntos significativos del sistema de aire acondicionado para comprobar si los parámetros de funcionamiento son acordes con los de diseño. |
| Controlar las diferencias de presión | Dado que pueden ser la causa de los movimientos de los contaminantes de unos locales a otros, se tomarán las medidas necesarias para equilibrar las presiones en distintos puntos del edificio. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que en algunos casos se dispone expresamente de zonas a diferente presión para control de los contaminantes. |
| Utilizar extracción localizada | Como forma de controlar la generación de algunos contaminantes en el mismo foco (operaciones de limpieza, abrasivos, cocinas) |

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo – España.

Responsables del control de la calidad del aire interior.

Los propietarios de edificios u oficinas, empleadores, gerentes de propiedad, operadores de construcción y ocupantes, todos tienen un papel que desempeñar en el mantenimiento de una buena calidad del aire interior en el ambiente de trabajo. En ocasiones los comités de salud y seguridad conjunto con representantes de sindicatos, también pueden estar involucrados en la investigación y la resolución de problemas o quejas sobre la calidad del aire interior.

Es responsabilidad del empleador asegurarse que el lugar de trabajo cumpla con los requisitos de calidad del aire interior establecidos en el Reglamento de seguridad y Salud en el Trabajo. El empleador puede ser propietario del edificio o instalación, pero el arrendatario también es responsable ya que se encuentran bajo un contrato de arrendamiento.

El administrador de la propiedad también es responsable de educar a los ocupantes acerca de cómo sus actividades afectan a la calidad del aire en la construcción, y debe supervisar los estudios que se realizan en cuanto a la calidad del aire interior.

El operador del edificio es responsable del funcionamiento de climatización del edificio. Esto incluye la realización de mantenimiento preventivo en el sistema e investigar las quejas acerca de la calidad de aire interior.

Los ocupantes también tienen responsabilidades relacionadas con la calidad del aire interior, por ejemplo, se deben abstener de realizar actividades que pueden contaminar el aire, tales como fumar, cocinar, realizar modificaciones a las oficinas no autorizadas, la instalación de nuevos equipos que pueden afectar el ambiente interior.²⁵, de la misma manera los humidificadores portátiles pueden generar moho.

Equipos para la medición de la calidad de aire interior

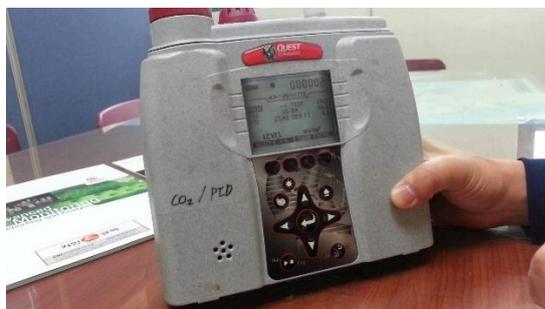
Uno de los equipos para medir la calidad del aire interior es el Monitor de la calidad de aire ambiente. Es un Monitor portátil de área con un fotómetro laser que mide y almacena los niveles de concentración de polvo en un período de tiempo, de igual manera, mide la Calidad de Aire Ambiente en el interior de las áreas, permitiendo monitorear hasta ocho parámetros dependiendo de la configuración seleccionada como son:²⁶

- Partículas (concentración en masa pudiendo medir las partículas de 2.5, 4 y 10 micras de tamaño y polvos totales de 0 a 100 micras).
- Compuestos orgánicos volátiles (PID) - Gases tóxicos dependiendo el sensor elegido (HCN, H₂S, CO y otros).
- Dióxido de Carbono.
- Humedad Relativa
- Temperatura
- Velocidad del Aire
- Punto de Rocío

Permite la detección de altas concentraciones de polvos y fibras inflamables, pudiendo dar cumplimiento al estándar NFPA-654 de prevención de incendios y polvos explosivos. Permite identificar áreas potenciales de alta concentración de contaminantes

en el ambiente tales como gases tóxicos, vapores orgánicos y dióxido de carbono. Permite almacenamiento de datos.

Ilustración 5. Monitor de la calidad de aire ambiente en oficina



Fuente: https://i.ytimg.com/vi/xTy-j_E0SEg/maxresdefault.jpg

Medición del Contaminante Biológico

Debido a las dificultades que se presentan en la evaluación ambiental (representatividad de la muestra tomada, concepto de TLV, limitaciones del estudio), se establece como criterio preventivo la evaluación biológica independiente o simultáneamente con esta.

Aparece entonces, la otra metodología operativa con el concepto que el trabajador expuesto como un individuo específico y diferente en su respuesta biológica ante la agresión potencial del medio laboral.

Se considera que resulta más fácil estimar la exposición laboral con el organismo humano como muestra adora que con muestras ambientales, siempre que la vida biológica del contaminante, no sea inferior a 5 horas (Zielhnis, 1978).

Se define la evaluación biológica como la evaluación indirecta de una exposición profesional a agentes nocivos, en un medio biológico adecuado, de la concentración del

agente como tal o de sus metabolitos, o de las modificaciones bioquímicas resultantes de la absorción del tóxico.

El objetivo del control biológico es la detección lo más precoz, de una exposición excesiva de los trabajadores antes de que aparezcan alteraciones biológicas o perturbaciones biológicas en una fase en la que todavía sean reversibles y no hayan modificado el estado de salud del trabajador.

Para llevar a la práctica la valoración biológica deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Parámetro biológico a controlar
- Especimen o fluido biológico
- Metodología de la toma de muestras
- Metodología analítica
- Valores de referencia

Desde el año 1985 la ACGIH incorpora la lista de límites biológicos denominándolos BEI (Biological Exposure Indices). Estos valores recomendados están basados en estudios epidemiológicos y están estrictamente establecidos para una exposición diaria de 8 horas durante 5 días a la semana.

La distinción entre evaluación biológica y evaluación de efecto en la salud no es solo una cuestión de semántica. La determinación de un agente en sangre, orina, etc., da información sobre la exposición y el riesgo para la salud, no sobre el estado de salud del trabajador.²⁷

XIII. CONCLUSIÓN

A lo largo de la revisión de la literatura, artículos, libros y demás acerca de la Calidad de Aire Interior, se encontró que:

La identificación y evaluación de la calidad de aire interior en oficinas y locales no industriales, es fundamental para las personas que lo habitan, porque se evidencian situaciones que generan molestias y síntomas que afectan la salud de las personas en los lugares de trabajo. Lo anterior define buscar soluciones que mejoren la calidad de vida de las personas, identificando las posibles causas que generan dichas molestias, disconfort o enfermedades, implementando las medidas correctivas necesarias, en busca de mejorar la calidad de aire interior y por ende el confort y calidad de vida de las personas.

A través de la presente revisión documental, se puede establecer que las variables mínimas para la identificación, evaluación y control de la calidad de aire interior son:

- Identificar los tipos de contaminantes.
- Identificar las fuentes de contaminantes (lugares o focos de contaminación)
- Identificar las molestias y los efectos sobre la salud.
- Definir los Métodos de Evaluación según presencia de contaminantes
- Definir las medidas de control.

XIV. CRONOGRAMA

En el siguiente cuadro anexamos en cronograma de las actividades que abarca el proceso de investigación.

| ACTIVIDADES | CRONOGRAMA DE INVESTIGACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|--------|---|---|---|------------|---|---|---|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|
| | MAYO | | | | JUNIO | | | | JULIO | | | | AGOSTO | | | | SEPTIEMBRE | | | | OCTUBRE | | | | NOVIEMBRE | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Capacitación del manejo de las bases de datos de la universidad del bosque | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración del cronograma | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Planteamiento de problema | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo de la investigación | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etapas de recolección de información, artículos, libros, publicaciones entre otros. | | | | ■ | ■ | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Procesamiento de la información | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Análisis e interpretación de la información recolectada. | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Definición de variables | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| Elaboración del marco de referencia | | | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | | | |
| Primera entregas parciales, para revisión | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Redacción de borrador del informe de los resultados | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| Ajustar marco teórico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | ■ | | |
| Elaboración del artículo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | |
| Entrega revisión del artículo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | |
| Elaboración de las conclusiones y recomendaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | |
| Entrega del informe final de la investigación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

XV. PRESUPUESTO

A continuación, se relacionan los posibles gastos que se pueden generar a partir del desarrollo de la investigación.

Presupuesto Global de la Propuesta

| ÍTEM | VALOR \$ |
|---|-----------------|
| Equipos, software y servicios técnicos | \$ 250.000 |
| Transportes y salidas de campo | \$ 250.000 |
| Materiales y suministros | \$ 150.000 |
| Material bibliográfico y fotocopias | \$ 200.000 |
| Servicios públicos utilizados | \$ 100.000 |
| Varios e imprevistos | \$ 50.000 |
| VALOR TOTAL | \$ 1.000.000 |

Para conocer la calidad del aire interior deben recogerse muestras de aire, controlar la exposición humana a los contaminantes, recoger muestras en la construcción de superficies y elaborar modelos informáticos de flujo de aire dentro de los edificios.

XVI. DISCUSIÓN

A través de la Investigación y lectura de los artículos, se encontraron diferentes conceptos, acerca de la Calidad de Aire Interior en oficinas y locales no industriales, los cuales presentan las variables que de una u otra manera afectan la Calidad de Aire Interior en Oficinas y Locales no Industriales, dichas variables no se controlan en los entornos ergonómicos donde se desarrollan las actividades laborales en Colombia; la

legislación Colombiana, no establece parámetros para regular y controlar dichas variables ya sea según su ubicación, según el individuo y según las actividades que se desarrollan, las empresas no se han percatado de la importancia que tiene controlar la Calidad de Aire Interior en Oficinas y Locales no Industriales, permitiendo que los trabajadores, desarrollen sus actividades con una Calidad de Aire que afecta de manera directa la salud de las personas generando ausentismo y pérdida del rendimiento en las actividades laborales, afectando la economía de las empresas.

Dicho estudio nos plantea la necesidad de crear metodologías que permitan a los empresarios identificar las fuentes que generan la mala Calidad de Aire Interior en Oficinas y Locales no industriales, dotando a las personas encargadas del estudio de la Ergonomía de herramientas que permitan evaluar e identificar las fuentes de contaminación, su afectación y posibles correcciones, una vez se realicen dichas evaluaciones, se pueden adelantar campañas de prevención y de sensibilización para crear ambientes óptimos para el desarrollo de las actividades de los trabajadores.

XVII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

¹ Personal

² Celia Martínez. Yamilet Vázquez. Calidad del aire ambientes trabajo, [Monografía]. Antonio Jose Sucre, Universidad Nacional Experimental Politecnica.2009.

³ Organización Mundial de la Salud, OMS, Guías para la Calidad de Aire. Lima, 2014

⁴ Trabajadores de la Junta de Compensación de la Columbia Británica, Indoor Air Quality: A Guide for Building Owners, Managers, and Occupants. British Columbia. Primera Edición. 2005.

⁵ Personal

⁶ Paz Román, María del Pilar, Castro Albarrán, Juan Manuel Esteban, Palacios Nava ME. Salud, ambiente y trabajo. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana; 2014.

⁷ Personal

⁸ Europa Audio Visual. Síndrome del edificio enfermo. Segunda Edición. 2002.

-
- ⁹ Paz Román, María del Pilar, Castro Albarrán, Juan Manuel Esteban, Palacios Nava ME. Salud, ambiente y trabajo. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana; 2014.
- ¹⁰ Paz Román, María del Pilar, Castro Albarrán, Juan Manuel Esteban, Palacios Nava ME. Salud, ambiente y trabajo. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana; 2014.
- ¹¹ Charles Lynch, M.D , US Environmental Protection Agency, Health Risk of Radón. Estados Unidos, 2005.
- ¹² Paz Román, María del Pilar, Castro Albarrán, Juan Manuel Esteban, Palacios Nava ME. Salud, ambiente y trabajo. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana; 2014.
- ¹³ Paz Román, María del Pilar, Castro Albarrán, Juan Manuel Esteban, Palacios Nava ME. Salud, ambiente y trabajo. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana; 2014.
- ¹⁴ Kao LW, Rusyniak DE. Chronic poisoning, trace metal and others. In: Goldman L, Schafer AI, eds. Goldman-Cecil Medicine. 25 edición. Philadelphia, 2015, Capitulo 22.
- ¹⁵ Paz Román, María del Pilar, Castro Albarrán, Juan Manuel Esteban, Palacios Nava ME. Salud, ambiente y trabajo. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana; 2014.
- ¹⁶ (Centers For Disease Control And prevention, 2003)
- ¹⁷ Manuel L. Jiménez Volquez, Revista ARQHYS. Los mohos en las construcciones. 2012.
- ¹⁸ V. Barcelo, Classe QSL, Tercera Edición, Enciclopedia de la salud, 2009 Sep 26.
- ¹⁹ Trabajadores de la Junta de Compensación de la Columbia Británica, Indoor Air Quality: A Guide for Building Owners, Managers, and Occupants. British Columbia. Primera Edición. 2005.
- ²⁰ Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la asociación médica mundiales principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. 2008.
- ²¹ Resolución nº 008430 de 1993 (4 de octubre de 1993). República de Colombia ministerio de salud.
- ²² Morales, Martha Isabel. Acevedo, Virgilio Blanco. Garca Nieto, Almudena. id.org. Calidad de Aire Interior en Edificios de Uso Publico. Espeaña, Madrid Primera Edición. 2010
- ²³ Morales, Martha Isabel. Acevedo, Virgilio Blanco. Garca Nieto, Almudena. id.org. Calidad de Aire Interior en Edificios de Uso Publico. Espeaña, Madrid Primera Edición. 2010.
- ²⁴ Europa Audio Visual. Síndrome del edificio enfermo. Segunda Edición. 2002.
- ²⁵ Trabajadores de la Junta de Compensación de la Columbia Británica, Indoor Air Quality: A Guide for Building Owners, Managers, and Occupants. British Columbia. Primera Edición. 2005.
- ²⁶ División de Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental. Equipos para la Higiene Industrial – Quest, 3M. Mexico, D.F. 2015
- ²⁷ Gutiérrez Strauss, Ana María. Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional en el proceso de evaluación para la calificación de origen de la enfermedad profesional. Bogotá D.C., Colombia. Imprenta Nacional de Colombia, 2011.