



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Industrial

*DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DE AIRE INTERIOR, DE LAS OFICINAS DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA DE UNA UNIVERSIDAD PRIVADA, UBICADA EN LA
ZONA METROPOLITANA DE CARACAS*

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR:	Mugarra, Xabier Urcelay, Iker
TUTOR:	Ing. Alexander Álvarez
FECHA:	20 de Febrero de 2009



INDICE GENERAL

Contenido	Pagina
INDICE DE TABLAS Y FIGURAS	iv
INDICE DE GRAFICOS	vi
SINOPSIS	1
INTRODUCCION	2
CAPITULO I.....	4
EL PROBLEMA Y SUS DELIMITACIONES	4
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.2 OBJETIVOS.....	6
1.2.1 Objetivo General.....	6
1.2.2 Objetivos Específicos.....	6
1.3 ALCANCE	7
1.4 LIMITACIONES.....	7
CAPITULO II	9
MARCO TEORICO.....	9
2.1 CALIDAD DEL AIRE INTERNO	9
2.1.1 Importancia de la Calidad del Aire Interno.....	10
2.1.2 Agentes contaminantes del Aire en el interior de los edificios	12
2.1.2.1 Amianto.....	12
2.1.2.2 Combustión de subproductos.....	14
2.1.2.3 Formaldehidos	14
2.1.2.4 Organismos Microbiológicos.....	15
2.1.2.5 Compuestos Orgánicos Volátiles.....	16
2.2 PARAMETROS QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL AIRE INTERNO	17
2.3 CONFORT TERMICO Y VENTILACIÓN.....	19
2.4 SISTEMAS DE VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO	21
2.5 SINDROME DE EDIFICIO ENFERMO.....	24



CAPITULO III	29
MARCO METODOLOGICO	29
3.1 TIPO DE INVESTIGACION	29
3.2 DESARROLLO DE LA INVESTIGACION	29
3.3 POBLACION Y MUESTRA	31
3.4 INSTRUMENTOS PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS	32
3.5 PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS	33
3.5.1 Conocimiento de los síntomas que aquejan a los ocupantes de las oficinas de La Facultad y sus Escuelas	33
3.5.2 Comparación de los Parámetros Físicos y Químicos del Aire con respecto a los valores permisibles	33
3.5.2.1 Temperatura	35
3.5.2.2 Humedad Relativa	35
3.5.2.3 Velocidad del aire a la salida	35
3.5.2.4 Concentración de CO ₂ en el aire	36
3.5.3 Calculo de los Recambios de Volumen de Aire en las oficinas	36
3.5.4 Medición de los Parámetros Microbiológicos del aire	37
CAPITULO IV	39
RESULTADOS Y ANALISIS	39
4.1 Aplicación del sistema de encuestas a los trabajadores de las oficinas con el fin de hacer un diagnostico del Síndrome de Edificio Enfermo	39
4.2 Evaluación de los parámetros Físicos y Químicos del aire en la Facultad de Ingeniería y sus Escuelas	45
4.2.1 Facultad de Ingeniería	50
4.2.1.1 Concentración de CO ₂	51
4.2.1.2 Humedad Relativa	51
4.2.1.3 Temperatura	51
4.2.2 Escuela de Ingeniería Civil	51
4.2.2.1 Concentración de CO ₂	52
4.2.2.2 Humedad Relativa	52



4.2.2.3 Temperatura	52
4.2.3 Escuela de Ingeniería Informática.....	52
4.2.3.1 Concentración de CO2	53
4.2.3.2 Humedad Relativa.....	53
4.2.3.3 Temperatura	53
4.2.4 Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones.....	53
4.2.4.1 Concentración de CO2	54
4.2.4.2 Humedad Relativa.....	54
4.2.4.3 Temperatura	54
4.2.5 Escuela de Ingeniería Industrial.....	54
4.2.5.1 Concentración de CO2	55
4.2.5.2 Humedad Relativa.....	55
4.2.5.3 Temperatura	55
4.3 CALCULO DE RECAMBIOS DE VOLUMEN DE AIRE EN LAS OFICINAS.	55
4.4 REALIZACIÓN DE PRUEBAS EN LAS SALIDAS DE LOS SVAC QUE PERMITAN DETERMINAR LA PRESENCIA DE AGENTES MICROBIOLÓGICOS.	58
4.4.1 Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la Oficina de La Facultad de Ingeniería.....	58
4.4.1.1 Conteo de UFC de Bacterias.....	59
4.4.1.2 Conteo de UFC de Hongos	59
4.4.2 Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la Oficina de La Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones.....	61
4.4.2.1 Conteo de UFC de Bacterias.....	61
4.4.2.2 Conteo de UFC de Hongos	61
4.4.3 Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la Oficina de La Escuela de Ingeniería Industrial.....	62
4.4.3.1 Conteo de UFC de Bacterias.....	62
4.4.3.2 Conteo de UFC de Hongos	62
4.4.4 Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la Oficina de La Escuela de Ingeniería Informática.....	63



4.4.4.1 Conteo de UFC de Bacterias.....	63
4.4.4.2 Conteo de UFC de Hongos	63
4.4.5 Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la Oficina de La Escuela de Ingeniería Civil.....	64
4.4.5.1 Conteo de UFC de Bacterias.....	64
4.4.5.2 Conteo de UFC de Hongos	64
CAPITULO V	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
5.1 CONCLUSIONES.....	66
5.2 RECOMENDACIONES.....	68
BIBLIOGRAFIA	70

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Contenido	Paginas
Figura 1: Partículas de Amianto depositadas en los Pulmones.....	13
Figura 2: Tipos de Bacterias.	16
Tabla 1: Límites y rangos para los parámetros que definen la Calidad del Aire	19
Tabla 2: Rango de Temperatura y Humedad aceptables.....	20
Tabla 3: Concentraciones máximas permitidas para contaminantes del aire.....	26
Tabla 4: Fases de la Investigación	30
Tabla 5: Cantidad de puntos y personas evaluados.....	31
Tabla 6: Instrumentos y equipos utilizados para la toma de datos.....	32
Tabla 7: Resultados de Encuesta NTP	40
Tabla 8: Parámetros Físicos y Químicos (I).....	46
Tabla 9: Parámetros Físicos y Químicos (II)	46
Tabla 10: Parámetros Físicos y Químicos (III).....	47
Tabla 11: Parámetros Físicos y Químicos (IV).....	47
Tabla 12: Parámetros Físicos y Químicos (V)	48
Tabla 13: Parámetros Físicos y Químicos (VI).....	48



Tabla 14: Parámetros Físicos y Químicos (VII)	49
Tabla 15: Parámetros Físicos y Químicos (VIII)	49
Tabla 16: Promedios de Variables Físicas y Químicas para las oficinas de La Facultad de Ingeniería.....	50
Tabla 17: Promedios de Variables Físicas y Químicas para las oficinas de La Escuela de Ing. Civil.....	51
Tabla 18: Promedios de Variables Físicas y Químicas para las oficinas de La Escuela de Ing. Informática	52
Tabla 19: Promedios de Variables Físicas y Químicas para las oficinas de La Escuela de Ing. En Telecomunicaciones	53
Tabla 20: Promedios de Variables Físicas y Químicas para las oficinas de La Escuela de Ing. Industrial	54
Tabla 21: Recambios por Hora para La Facultad de Ingeniería.....	56
Tabla 22: Recambios por Hora para La Escuela de Ing. Civil.....	56
Tabla 23: Recambios por Hora para La Escuela de Ing. Informática	57
Tabla 24: Recambios por Hora para La Escuela de Ing. En Telecomunicaciones	57
Tabla 25: Recambios por Hora para La Escuela de Ing. Industrial	57
Tabla 26: Conteo de Bacterias para La Facultad de Ingeniería	59
Tabla 27: Conteo de Hongos para La Facultad de Ingeniería.....	59
Tabla 28: Resultados para Hongos y Bacterias en La Facultad de Ingeniería	60
Tabla 29: Conteo de Bacterias para La Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones	61
Tabla 30: Conteo de Hongos para La Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones	61
Tabla 31: Resultados para Hongos y Bacterias en La Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones.....	61
Tabla 32: Conteo de Bacterias para La Escuela de Ingeniería Industrial	62
Tabla 33: Conteo de Hongos para La Escuela de Ingeniería Industrial.....	62
Tabla 34: Resultados para Hongos y Bacterias en La Escuela de Ingeniería Industrial	62



Tabla 35: Conteo de Bacterias para La Escuela de Ingeniería Informática	63
Tabla 36: Conteo de Hongos para La Escuela de Ingeniería Informática.....	63
Tabla 37: Resultados para Hongos y Bacterias en La Escuela de Ingeniería Informática	63
Tabla 38: Conteo de Bacterias para La Escuela de Ingeniería Civil.....	64
Tabla 39: Conteo de Hongos para La Escuela de Ingeniería Civil	64
Tabla 40: Resultados para Hongos y Bacterias en La Escuela de Ingeniería Civil	64

INDICE DE GRAFICOS

Contenido	Pagina
Grafico 1: Porcentaje promedio de Síntomas que aquejan a los trabajadores de La Facultad de Ingeniería y sus Escuelas.....	41
Grafico 2: Porcentaje promedio de Síntomas que aquejan a los trabajadores de La Facultad de Ingeniería.....	42
Grafico 3: Porcentaje promedio de Síntomas que aquejan a los trabajadores de La Escuela de Ingeniería Industrial.....	42
Grafico 4: Porcentaje promedio de Síntomas que aquejan a los trabajadores de La Escuela de Ingeniería Informática.....	43
Grafico 5: Porcentaje promedio de Síntomas que aquejan a los trabajadores de La Escuela de Ingeniería Civil	43
Grafico 6: Porcentaje promedio de Síntomas que aquejan a los trabajadores de La Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones.....	44



SINOPSIS

Este trabajo Especial de Grado tiene sus fundamentos en la necesidad de llevar a cabo una investigación de las condiciones de Calidad del Aire de las oficinas de La Facultad de Ingeniería y Las Escuelas de: Ingeniería Informática, Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial e Ingeniería en Telecomunicaciones. Esto debido a las recurrentes quejas que presentaban sus ocupantes relacionadas con problemas respiratorios.

En el estudio se llevara a cabo una serie de actividades que permiten identificar posibles deficiencias en el aire que se respira en las oficinas. Estas actividades comprenden lo siguiente: Encuestas aplicadas a todos los trabajadores de dichos espacios. Medición de parámetros Físicos del Aire como son: Temperatura, Humedad Relativa y Velocidad del Aire; y Químico: Concentración de CO₂ en el aire. Análisis de parámetros microbiológicos del aire que sale por los ductos de ventilación, para determinar Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de Hongos y Bacterias en el interior de las oficinas.

Los parámetros medidos son comparados con valores límites aceptables, que dictan diferentes organismos mundiales y nacionales, tales como: NIOSH, NTP Española, IAQA y normas COVENIN Venezolanas.

Se parte de la definición de Síndrome de Edificio Enfermo, que es un término usado para describir la situación de oficinas que cuentan con Sistemas de Ventilación y Aire Acondicionado (SVAA) en estado de contaminación de aire interno, debido al mal funcionamiento, falta de mantenimiento de los mismos, o malas practicas de los ocupan



INTRODUCCION

Últimamente se ha dado gran importancia a la calidad del aire interno en lugares que cuentan con Sistemas de Ventilación y Aire Acondicionado (SVAC), donde permanece una cantidad determinada de personas a lo largo del día.

Existen estándares para determinar si el aire que circula en el interior de los edificios, es de calidad, pero a simple vista, los ocupantes de estos edificios pueden sentir una buena condición de trabajo desde el punto de vista del aire que allí se respira, cuando: no se perciben olores, no hay polvo, no hay corrientes ni quietud total del aire y cuando se tienen temperatura y humedad confortables.

La salud de los trabajadores, depende en gran medida del aire que ellos respiran en sus lugares de trabajo. Cuando no se tiene un buen sistema de ventilación, capaz de proporcionar un aire de calidad, se pueden presentar problemas de salud en los trabajadores. Estos síntomas, generalmente son leves y no causan gran ausentismo, pero sin embargo, la prolongada exposición a este aire, generan situaciones de discomfort, lo cual conduce a un mayor estrés laboral y cansancio mental.

No solo es importante evaluar la calidad del aire interior de los edificios, sino también la ubicación de estos, es decir, si en su exterior hay posibles fuentes de contaminación; esto porque los sistemas de ventilación y aire acondicionado, deben tomar aire fresco del ambiente para luego acondicionarlo e introducirlo en el interior de la edificación.

Actualmente se está manejando el concepto de “Síndrome de Edificio Enfermo”, lo cual es una condición de descuido o mala planificación de la



construcción en cuanto a la ventilación y la recirculación de aire interno. Esta condición no es determinada por la edad de la edificación, ni por las actividades que allí se llevan a cabo, sino por la distribución de las personas que allí trabajan y el espacio que estas ocupan. Esto viene acompañado generalmente de un malfuncionamiento de los equipos de ventilación y aire acondicionado, que debido a la falta de mantenimiento, no operan en forma óptima.

Se puede dar un diagnostico de “Edificio Enfermo” cuando el veinte por ciento (20%) o más de sus ocupantes presentan síntomas relacionados con: irritación de ojos, nariz y garganta; sequedad de piel y mucosas; Fatiga mental; mayor incidencia de infecciones de vías respiratorias altas; entre otros. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el síndrome del edificio enfermo como: “conjunto de enfermedades originadas o estimuladas por la contaminación del aire en espacios cerrados”.

Con la realización de este Trabajo Especial de Grado, se busca identificar las posibles deficiencias en los sistemas de ventilación y aire acondicionado de las oficinas que conforman La Facultad de Ingeniería de La Universidad Católica Andrés Bello, así como la distribución de las mismas; con la finalidad de dar un diagnostico de la calidad del aire interior, y así aportar soluciones y mejoras en función de proveer a los trabajadores un ambiente confortable.

La justificación para llevar a cabo este proyecto, es la recurrencia, de los trabajadores de las oficinas antes mencionadas, de quejas relacionadas con síntomas correspondientes a una deficiencia en la calidad del aire, que podría resultar en un diagnostico de “Edificio Enfermo”.



CAPITULO I

EL PROBLEMA Y SUS DELIMITACIONES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La facultad de Ingeniería de la UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO fue fundada en 1953 con la escuela de Ingeniería Civil, posteriormente, en 1959 fue fundada la escuela de Ingeniería Industrial. A lo largo de los años, esta prestigiosa casa de estudios, ha graduado gran cantidad de ingenieros, los cuales son bastante cotizados en el mercado laboral, por la excelente formación académica y humana. Finalmente, en 1996 y 2001, fueron fundadas las escuelas de Ingeniería Informática e Ingeniería de Telecomunicaciones respectivamente.

La Facultad de Ingeniería de la UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO, está ubicada en el Edificio de Laboratorios de esta casa de estudios, en el cual se encuentran todos los departamentos y laboratorios de las diferentes cátedras que allí se dictan; igualmente están ubicadas las aulas de clase donde se forman a los futuros Ingenieros; y las oficinas de las diferentes Escuelas de Ingeniería.

Tanto la oficina de La Facultad de Ingeniería, como las cuatro oficinas de las diferentes Escuelas de Ingeniería: Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial, Ingeniería Informática e Ingeniería en Telecomunicaciones, son las que presentan mayor número de trabajadores en su interior. Para garantizar la calidad de aire interno, estas oficinas están dotadas de Sistemas de Ventilación y Aire Acondicionado (SVAC), que permitirá que los trabajadores y personas que transiten por ellas, se desenvuelvan en un ambiente limpio y con temperatura y humedad agradable.



Estos SVAC de las diferentes oficinas de las Escuelas de Ingeniería fueron instalados hace varios años, y desde ese entonces no se ha llevado a cabo un mantenimiento adecuado y riguroso de los mismos, así como de las maquinas que los conforman.

Debido a la falta de mantenimiento de los componentes antes mencionados, se puede estar presentando una condición desfavorable desde el punto de vista de la calidad del aire para las personas que trabajan y transitan por las diferentes oficinas de las Escuelas de Ingeniería; concretamente se podría estar presentando un *Síndrome de Edificio Enfermo*.

El Síndrome de Edificio Enfermo (SEE) se presenta en aquellos que tienen sistemas de Aire Acondicionado, y se manifiesta cuando las personas que en el trabajan, presentan quejas referentes a su salud en proporciones mayores a las normales. Estos síntomas que presentan los trabajadores, no son evidenciados por lesiones orgánicas o signos físicos; generalmente son enfermedades de tipo respiratorias, las cuales no tienen una causa justificada. La Organización Mundial de la Salud (OMS) diferencia entre dos tipos distintos de edificio enfermo: El que presentan los edificios temporalmente enfermos, en el que se incluyen edificios nuevos o de reciente remodelación en los que los síntomas disminuyen y desaparecen con el tiempo, aproximadamente medio año. Y el que presenta los edificios permanentemente enfermos cuando los síntomas persisten, a menudo durante años, a pesar de haberse tomado medidas para solucionar los problemas

Por otra parte, se han realizado modificaciones estructurales en la distribución de las oficinas, esto en función de poder incluir más trabajadores en ellas. El Área total de las oficinas está limitada por situaciones de espacio en las edificaciones donde se encuentran; esto quiere decir que las posibilidades de expandirse son muy



pocas o ninguna. Cuando se incluyen mas trabajadores en ellas, se tiene un área constante, pero con mayor número de personas por metro cuadrado.

Debido a la gran concentración de trabajadores en las oficinas, y a las modificaciones de distribución realizadas a las mismas sin tomar en cuenta la ventilación y el flujo de aire, se puede tener una condición de Aire Viciado por la elevada concentración de Dióxido de Carbono; condición que irá aumentando al transcurrir el día.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Diagnosticar la calidad de aire interior, de las oficinas de la Facultad de Ingeniería de una Universidad privada, ubicada en la Zona Metropolitana de Caracas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Examinar los SVAC de La Facultad de Ingeniería, en busca de malfuncionamiento o deficiencias.
- Realizar pruebas en las salidas de los SVAC que permitan determinar la presencia de agentes microbiológicos.
- Evaluar las condiciones de la calidad del aire en la Facultad de Ingeniería.
- Evaluación del ambiente que rodea a los trabajadores, desde el punto de vista del aire que ellos respiran.
- Hacer un plan de acción para llevar a cabo las mejoras necesarias para garantizar la calidad del aire interior de la Facultad de Ingeniería.



1.3 ALCANCE

El Trabajo Especial de Grado está orientado a diagnosticar las condiciones del aire que respiran los trabajadores en las oficinas de La Facultad de Ingeniería de La UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO; la cual comprende cuatro oficinas de escuela: Escuela de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Informática y Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones; y La Facultad de Ingeniería.

Una vez realizados los exámenes que permitan dar un diagnostico apropiado de la calidad del aire, se harán recomendaciones para mitigar los riesgos encontrados.

1.4 LIMITACIONES.

Para llevar a cabo una medición exacta de la presencia de microorganismos que en los SVAC, es necesaria la utilización de equipos sofisticados, cuyos costos son bastante elevados; por lo tanto, para esta medición de microorganismos, se usaran pruebas de laboratorio, que puedan ser llevadas a cabo en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO. Ya que el fin de este trabajo especial de grado no justifica la inversión en los equipos mencionados.

Para poder llevar a cabo las mediciones pertinentes, es necesario transitar por el interior de las oficinas; algunas de ellas son de espacio reducido, razón por la cual es necesario que el ocupante fijo haga una pausa en sus actividades para permitir que los testistas realicen su investigación. Igualmente será necesario que la persona habitante del espacio en estudio, se tome un tiempo para llenar la encuesta que le será aplicada.



La operación de los SVAC en el transcurso del día no es constante, debido a que los ocupantes de las oficinas, encienden y apagan los mismos a su antojo, es decir, depende de la sensación térmica que perciban. Esto hará que al momento de tomar las muestras a lo largo del día, no se tendrá un ambiente con condiciones constantes.



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 CALIDAD DEL AIRE INTERNO

El aire atmosférico se compone básicamente de Oxígeno, Nitrógeno y Argón; y en menor medida (menos de un 0,1 %) se tienen otros componentes tales como Vapor de Agua, Dióxido de Carbono, Hidrogeno y otros gases inertes.

La calidad de aire, se puede definir desde el punto de vista del consumo humano dentro de edificaciones cerradas, a través de una serie de características como Temperatura, Humedad, Velocidad (corrientes de aire), Concentración de CO₂, presencia de Microorganismos tales como bacterias, microbios, Moho entre otros. Existen normas que regulan los valores permisibles para las variables antes mencionadas; al igual que protocolos para llevar a cabo una correcta medición de las mismas.

La calidad o composición del Aire dentro de una edificación, se ve afectado, o es función de la interacción que existe entre los ocupantes y el aire, y la toma de aire externo (entorno donde se ubica el edificio) por parte de los equipos de ventilación y acondicionamiento de aire. Igualmente la presencia de equipos de oficina y cualquier material relacionado con la actividad que se lleve a cabo en el interior de la edificación, van a ser fuentes de posible contaminación o condicionantes de la calidad del aire interno. Los factores que alteran o de los que depende la calidad del aire interno en edificios son los siguientes:

- Calidad del aire exterior.
- El diseño del sistema de ventilación y climatización.
- Planes de mantenimiento para los equipos de ventilación y climatización.



- La compartimentación del edificio (cantidad de trabajadores en determinado espacio).
- Presencia de fuentes contaminantes dentro del edificio.

Cuando los ocupantes del edificio se sienten a gusto o en confort con el ambiente donde se desarrolla la jornada, se puede decir que existe calidad del aire. Estas personas pasan más del 90% de su tiempo en ambientes cerrados, cuyas características dependerán de los sistemas de ventilación y aire acondicionado que se tengan instalados.

Los problemas con la calidad del aire interno, generalmente no se ven claramente, ya que las consecuencias que estos traen son situaciones de discomfort e incomodidad, más no problemas serios de salud. Por esta razón, es necesario hacer un análisis meticuloso y detallado para poder dar un diagnostico de la calidad del aire en el interior de alguna edificación.

2.1.1 Importancia de la Calidad del Aire Interno.

Últimamente se está dando gran importancia al medio donde se desarrollan las actividades en edificios herméticos (cerrados y con entrada de aire a través de sistemas mecánicos), específicamente al aire que allí se respira.

Una falta de calidad del aire en edificios cerrados causa malestar entre sus ocupantes. Estos síntomas no se manifiestan de un día para otro, más bien se va generando un incremento progresivo a medida que la exposición al ambiente viciado es mayor. Este malestar genera una disminución en el rendimiento de los trabajadores, mayor estrés laboral, dificultad de concentración para realizar las tareas cotidianas, ausentismo frecuente, y en casos muy extremos enfermedades de gravedad.



Las quejas que presentan los empleados expuestos a una falta de calidad del aire interno, generalmente son relacionadas con gripes o síntomas respiratorios, y por esta razón se puede ignorar que la fuente contaminante es el aire que se respira en los lugares de trabajo, y simplemente se atribuye a epidemias de la época del año o ciclos de contagio de gripes.

Es importante que se lleven a cabo planes para monitorear la calidad del aire interno, y los componentes que se encargan de acondicionar el mismo. No siempre es fácil llevar a cabo este tipo de actividades, ya que muchas veces es necesario sacar a las personas de sus lugares de trabajo; e incluso se pueden ver casos en los que es necesario cerrar temporalmente zonas de la edificación por el riesgo que significa la falta de calidad del aire que allí se respira.

Generalmente al llevar a cabo una actividad de diagnóstico de la calidad del aire, se llegará a una conclusión que puede significar una reestructuración de la edificación en su interior o sustitución de los sistemas de ventilación y aire acondicionado; esto sería en los peores casos, pero es algo que puede ser evitado, a través de planes de mantenimiento adecuados para las instalaciones.

Los planes para mantener una buena calidad del aire en los edificios debe formar parte importante en la prevención de riesgos de estos sitios, ya que, a pesar de que el riesgo que puede significar la falta de calidad del aire respirado en el interior no es de alta peligrosidad, representa una fuente de bajas o faltas en los empleados a lo largo del año. Cuando estos planes de prevención no son llevados a cabo correctamente, se puede observar los siguientes síntomas o casos:

- Deficiencia en el desarrollo óptimo de las tareas de los ocupantes.
- Aceleración en el deterioro y malfuncionamiento de los equipos y estructura física del edificio.
- Mayor recurrencia en problemas de salud de los ocupantes.
- Elevados casos de asma y alergia.



- Mala imagen de la edificación para los visitantes y entidades encargadas de hacer auditorias.
- En casos extremos puede ser necesario cerrar el edificio, negando el acceso a los trabajadores. Esto trae severas consecuencias desde el punto de vista productivo y económico para cualquier empresa u organización.

2.1.2 Agentes contaminantes del Aire en el interior de los edificios

Lo que se busca cuando se construye un edificio cerrado, con sistemas mecánicos para hacer entrar y salir el aire del mismo, es tener un control del ambiente que rodea a los ocupantes en el interior.

Este ambiente interno es vulnerable y susceptible a ser afectado por fuentes de contaminación de diferentes tipos. La mayoría de las veces se puede controlar la entrada de estos contaminantes al edificio, pero hay situaciones donde la contaminación es generada en el interior del mismo, haciendo que el control sea más difícil.

A continuación se presentan los tipos de contaminantes que pueden existir en la edificación, así como la fuente que genera dicha contaminación:

2.1.2.1 Amianto

Es un material mineral fibroso que se utilizó mucho en la construcción como aislante durante el siglo pasado. Se prohibió en los años 70 y se han llevado a cabo planes para sacarlo del mercado, ya que estudios realizados indican que es nocivo para la salud.

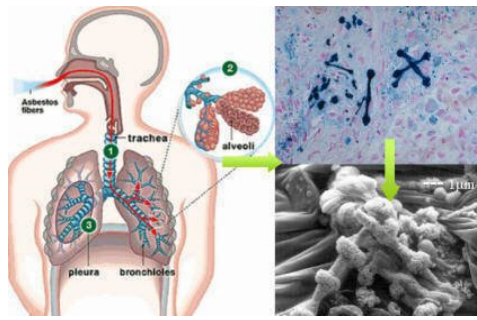


Figura 1: Partículas de Amianto depositadas en los Pulmones

Fuente: Camfil FARR, España

“El departamento de sanidad, educación y bienestar de Estados Unidos informó de que, en 20 ciudades americanas, la concentración de amianto en suspensión alcanzaba 0,007 fibras por centímetro cuadrado (fibras/cm²), con una media de 0,0006 fibras/cm². La National Academy of Sciences concluyó que la concentración media en el aire exterior en Estados Unidos era de 0,0004 fibras/cm²”. (Camfil FARR, España)

El amianto es el origen de la asbestosis o fibrosis de pulmón, que, en ocasiones, puede causar cáncer. Puede también ser el origen del cáncer de laringe y se sospecha que provoca cáncer gastrointestinal. Generalmente, las personas gravemente afectadas han sido expuestas a fuertes concentraciones de fibras de amianto en el aire.

Entre las fuentes de este contaminante del aire tenemos las siguientes:

- Aislamientos hechos entre 1930 y 1950.
- Algunas juntas de puerta de horno de leña.
- Algunos revestimientos de suelo de vinilo.
- Compuesto de juntas de muro y pintura granito de antes de 1977.
- Tablillas de muros exteriores
- Algunos acabados en techos de escayola.
- Algunos retardadores de fuego en acero estructural.



2.1.2.2 Combustión de subproductos

La combustión genera H_2O , NO , NO_2 , CO , CO_2 y partículas. La combustión también puede emitir hidrocarburos gaseosos, vapores y partículas orgánicas. Se pueden emitir impurezas como metales, mercaptán, óxidos de azufre y otras partículas. Numerosas partículas son gruesas y, por lo tanto, se depositan rápidamente, pero las partículas inferiores a la micra se quedan suspendidas en el aire mucho tiempo.

Estas pequeñas partículas son las que representan un riesgo para los ocupantes del edificio, ya que se introducen fácilmente en el sistema respiratorio, y al acumularse traen como consecuencia obstrucción, infecciones y síntomas de enfermedades respiratorias.

Las fuentes que generan este tipo de contaminación pueden ser entre otras:

- Gama de gas.
- Hornos de leña y carbón.
- Motores de combustión.
- Chimeneas.
- Velas.

2.1.2.3 Formaldehidos

Está presente en numerosos objetos cotidianos y materiales de construcción. Lo encontramos en las resinas que sirven para pegar los paneles de madera laminada y los paneles de aglomerado.

En edificios nuevos o recientemente renovados, los niveles de formaldehido en los muebles y los adornos pueden ser lo suficientemente elevados como para



provocar irritación de la conjuntiva y las vías respiratorias superiores e inferiores. Los síntomas son temporales y, según la intensidad y la duración de la exposición, pueden causar sensaciones de ardor o picor en ojos, nariz y garganta.

Las fuentes de estos contaminantes son las siguientes:

- Partículas de láminas, contrachapado, aglomerado, carpintería, alfombrillas, subcapas de alfombrillas.
- Mobiliario y tintes.
- Espuma de aislamiento de urea-formaldehído.
- Detergentes domésticos, desodorantes.
- Combustión.
- Colas y resinas.
- Cosméticos.
- Ropa inarrugable.

2.1.2.4 Organismos Microbiológicos

Estos incluyen virus, bacterias, esporas fúngicas, protozoos, algas, películas animales y excreciones animales. Viven y se reproducen a menudo en microclimas como los subsuelos húmedos y los cuartos de baño. Los colectores de condensado y los serpentines de los intercambiadores de calor, los colectores de condensado y de descongelación de los frigoríficos y las canalizaciones ofrecen a menudo un microclima si no se instalan y mantienen correctamente. Los humidificadores que no calientan el agua pueden ser una fuente de contaminación microbiológica.

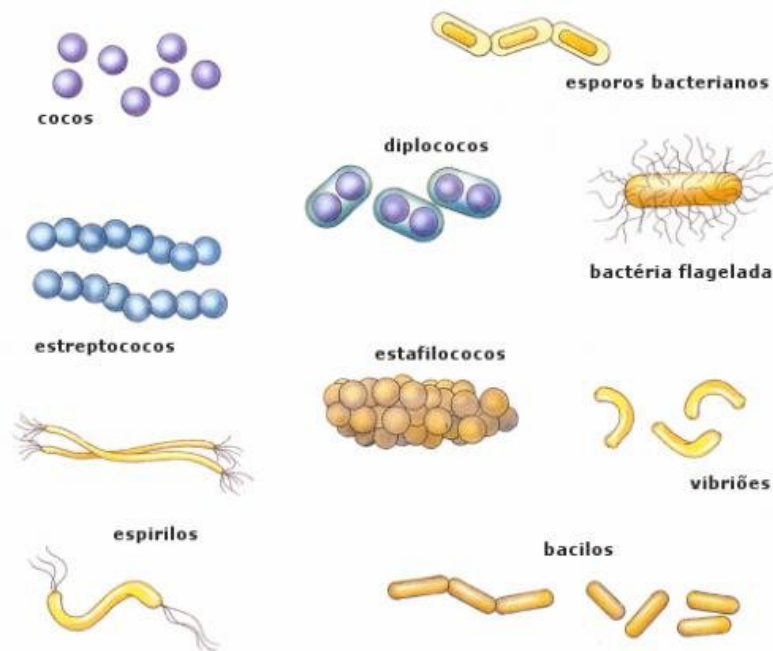


Figura 2: Tipos de Bacterias.

Fuente: Artículo “La Era de Las Bacterias”, Universidad Interamericana (2007)

Las principales fuentes para este tipo de contaminantes son las siguientes:

- Hongos, entre ellos, moho y mildiú.
- Animales.
- Seres humanos.

2.1.2.5 Compuestos Orgánicos Volátiles

Los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), proceden del mobiliario, los materiales de construcción, los productos de gran consumo. La presencia de estos compuestos se puede detectar por el olfato. El olor de ellos es el que generalmente se encuentra en artículos como mobiliario nuevo, barnizados, suelos de vinilo y plástico.

Estos compuestos no generan síntomas inmediatamente, sino después de la exposición prolongada y repetitiva a ellos, y causa síntomas de irritación de vías respiratorias, resequedad de las mucosas y sensaciones de agobio.



Las fuentes más comunes que generan gases volátiles de compuestos orgánicos son las siguientes:

- Disolventes y compuestos de productos de limpieza.
- Pintura.
- Cola.
- Propulsores de spray.
- Suavizantes, desodorantes y perfumes.
- Productos de combustión.
- Productos de limpieza en seco.
- Determinados tejidos.
- Gasolina.
- Agua de desgasificación.
- Materiales de construcción.
- Ceras y betunes.
- Plumas y marcadores.
- Archivadores y productos de plástico.

2.2 PARAMETROS QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL AIRE INTERNO

Para poder dar un diagnostico de la calidad del aire interno en edificaciones, es necesario llevar a cabo una serie de mediciones de parámetros que caracterizan al aire. Para ello se usan equipos especializados, así como sistemas de encuestas a empleados que ayuden a detectar la calidad del aire.

El rango de valores permisibles, así como los limites inferiores y superiores para los parámetros a medir, son tomados de los estándares publicados por organizaciones mundiales dedicadas al estudio, diagnostico y asesoría en cuestiones de seguridad laboral, ergonomía, calidad del aire entre otras; tales como la *National*



Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH; y la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE. Al igual que normas de organismos gubernamentales tales como COVENIN y la ATP Española.

Existe una gran cantidad de parámetros que pueden medirse para detectar la calidad del aire, pero la medición de todos estos puede ser sumamente complicada y necesitan de mucho tiempo para ser llevada a cabo. Por lo tanto, se puede hacer un diagnóstico de la calidad del aire, a través de la medición de parámetros o variables concretas, capaces de proporcionar la información necesaria; dichos parámetros son los siguientes: **Temperatura, Humedad, Dióxido de Carbono (CO₂), Movimiento de Aire (velocidad), Suministro de Aire (recambios de volumen de aire de un área determinada), Hongos en suspensión, Bacterias en suspensión.**

Es necesario conocer bien cuáles son los límites permisibles para cada una de las variables mencionadas anteriormente. A continuación se presentan los límites permisibles, tanto para las variables a estudiar, como algunas otras de interés para determinar la calidad del aire. Los valores que se presentan son tomados de las guías de estándares de La “Indoor Air Quality Association” (IAQA) y la NTP 243, que a su vez refiere dichos valores de otras asociaciones tales como ASHRAE, NIOSH, EPA, WHO, OIT y OMS entre otras.

	Parametro	Limites/Rango
Parametros Fisicos	Temperatura	17°C - 22°C (trabajo sedentario) 15° - 18°C (trabajo ordinario) 12°C - 15°C (trabajo de esfuerzo)
	Humedad	30 % - 65 %
	Dioxido de Carbono (CO ₂)	650 ppm maximo
	Movimiento del aire	15 m/min (temperatura normal) 45m/min (ambiente caluroso)
	Suministro de aire	6 vol/hr (trabajos sedentarios) 10 vol/hr (trabajos con esfuerzo)
Parametros Quimicos	Monoxido de Carbono (CO)	9 ppm maximo
	Radon	2 picocuries/Litro maximo
	Ozono	0.05 ppm maximo
	Compuestos Organicos Volatiles (COV)	3mg/m ³ (0.64 ppm) maximo
	Formaldehidos	0.06 mg/m ³ (0.05 ppm) maximo
Parametros Microbiologicos	Hongos en suspension	300 CFU/m ³
	Bacterias en suspension	500 CFU/m ³

Tabla 1: Límites y rangos para los parámetros que definen la Calidad del Aire**Fuente: IAQA 01-2000, NTP243**

2.3 CONFORT TERMICO Y VENTILACIÓN

Es necesario conocer lo que significa el confort térmico y la ventilación para poder dar un diagnostico adecuado de la calidad del aire interno de cualquier edificación. Si bien ya se conocen las variables que definen la calidad del aire, es necesario el manejo de estos dos conceptos, ya que su definición no es a través de números o límites permisibles. Su definición es a través de la sensación que tiene cualquier ocupante del edificio en relación a como se ve afectado o no por el aire con el que está en contacto durante su jornada laboral.

El confort térmico es algo totalmente subjetivo, ya que esto es una sensación que tiene el individuo con respecto al ambiente térmico donde se desenvuelve. Esta condición es difícil de parametrizar, ya que cada individuo presenta una fisiología y metabolismo distinto, así como las percepciones en cuanto a calor y frío. También va a depender del tipo de actividad que la persona lleve a cabo, el sexo, la edad y la ropa que se usa. La ASHRAE en su Standard 55 ha definido los rangos de temperatura y humedad que se consideran aceptables según la época del año para llevar a cabo actividades de oficina en los edificios de la forma siguiente:

Humedad Relativa	Temperatura en Invierno	Temperatura en Verano
30%	20,5 °C - 24,5°C	23,0 °C - 26,5°C
40%	20,5°C - 24,0°C	23,0 °C - 26,0°C
50%	20,0°C - 23,5°C	22,5 °C - 26,0°C
60%	20,0°C - 23,0°C	22,0 °C - 25,5°C

Tabla 2: Rango de Temperatura y Humedad aceptables

Fuente: ASHRAE

La ASHRAE propuso estos valores, que a través de estudios y pruebas, se estima que satisfacen a un 90% o más de los ocupantes de edificios cerrados con sistemas de ventilación y acondicionamiento de aire.

La ventilación, tiene que ver con la circulación del aire, es decir, el aire que se respira dentro de los edificios debe ser fresco y no debe estar viciado; debe estar libre de olores. La sensación que perciben los ocupantes de la edificación con respecto al aire que allí se respira debe ser neutra. Esto quiere decir que no debe haber ningún olor producto de la transpiración humana o de acumulación de gases emanados por productos de limpieza, equipos de oficinas, sanitarios; no debería haber sensación de agobio o ambiente pesado, típico de aires viciados y sin circulación (encierro). No



existe alguna norma que regule la ventilación, para parametrizarla, se pueden usar variables como el número de recambios de volumen por hora y la concentración de CO₂ en Partes Por Millón.

2.4 SISTEMAS DE VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO

Los sistemas de ventilación y aire acondicionado (SVAC), pueden introducir contaminantes del exterior, a través de sus ductos provocando que los contaminantes circulen de una zona del edificio a otra. Dichos sistemas pueden ser ineficaces a la hora de eliminar o diluir los contaminantes de un edificio.

Entre algunas de las razones principales que hacen que existan problemas de calidad del aire interior tenemos: El inadecuado diseño, instalación, funcionamiento o mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado.

Los contaminantes más comunes procedentes del aire exterior: SMOG, esporas de hongos y polen (dependiendo de la época del año), gases producto de la combustión de vehículos y de la incorrecta colocación de las tomas de aire, legionella, bacterias o biocidas provenientes de torres de refrigeración adyacentes.

Los contaminantes más comunes generados por los sistemas de aire acondicionado son las esporas de hongos y bacterias, debido al agua utilizada por algunos de estos sistemas. También se genera fibra de vidrio producto de la erosión de los aislantes de los conductos por el flujo de aire, además de suciedad acumulada en los ductos debido a la falta de mantenimiento y/o filtración.

Una mala disposición de las presiones del aire interior puede hacer que se transmitan los contaminantes entre las distintas zonas de un edificio. Por ejemplo, en los cuartos de baño suele haber extractores para eliminar los hongos y las bacterias, si en el mismo cuarto de baño hay también colocada una impulsión de aire con más presión que la extracción, el aire fluirá desde el cuarto de baño hasta las áreas adyacentes.



Los "edificios herméticos" contruidos para ahorrar costos energéticos, dependen del aire exterior para diluir los contaminantes originados o presentes en el interior del edificio. Cuando el aire exterior proporcionado es insuficiente, los contaminantes se pueden acumular hasta el punto de convertirse en un grave problema para los ocupantes del edificio.

Las causas más comunes de aporte de aire exterior insuficiente son, de acuerdo con su frecuencia:

- Ventiladores de termostato en posición "auto" que solo funcionan cuando lo hace el aire acondicionado.
- Unidades apagadas o con relojes programados incorrectamente que hacen que el sistema no funcione durante las horas de ocupación del edificio.
- Ausencia de tomas de aire exterior o tomas de aire exterior completamente cerradas.
- Edificios contruidos según patrones anticuados que tienen un aporte de aire exterior insuficiente.
- Utilización de economizadores para reducir el gasto energético en los sistemas.
- Los siguientes indicadores son buenos indicios para determinar si existen problemas de calidad del aire interior debido a los sistemas de aire acondicionado:
 - Olor proveniente de los ventiladores.
 - Fibra de vidrio o restos de suciedad encima de las mesas que están debajo de las impulsiones del aire.
 - Presencia de olores como perfumes, cocina, cuarto de baño... al entrar en el edificio.
 - La gente comienza a estornudar o les pica la nariz cuando se enciende el sistema de climatización. Estos sistemas suelen tener más de 2 años de antigüedad y nunca se han limpiado los ductos(a no ser que la filtración de la

que dispone sea excepcionalmente buena). Los termostatos están bajo el control de los ocupantes, que pueden encenderlo o apagarlo a su voluntad y ajustar la temperatura según deseen. Esto provoca que el aire interior esté estancado, muerto, porque no se renueva.

Para un correcto funcionamiento de los Sistemas de Ventilación y Aire Acondicionado, es recomendable lo siguiente:

- Es necesario encender los sistemas antes de que llegue la gente al edificio, o antes de las horas de máxima ocupación.
- Hay que asegurarse que las tomas de aire exterior están abiertas y que no tienen ninguna fuente de contaminantes cerca (por ejemplo, tomas de aire situado en un estacionamiento).
- Utilizar termostatos regulables que permitan a los ocupantes ajustar la temperatura unos grados arriba o abajo y pocos ajustes más.
- Revisar el interior de los sistemas frecuentemente, tener un programa de mantenimiento y vigilar y controlar la acumulación de agua en las bandejas de drenaje de las torres de refrigeración.
- No dejar que se introduzca agua en los sistemas ni que haya agua estancada dentro de los mismos y cuando se produzca, secarlo rápidamente.
- Si es posible, se debería retirar toda la fibra de vidrio de los conductos que esté sometida a flujos de aire o cambiarla por aislantes que no contengan fibra de vidrio. Por lo menos sería bueno recubrir los conductos con una superficie dura antimicrobiana registrada para este propósito. Hay que eliminar cualquier contaminación microbiana, tan pronto como aparezca.
- Hay que limpiar los splits del aire acondicionado anualmente y los ductos cada 2 o 3 años. Se debe usar la mejor filtración posible que pueda manejar el sistema.
- Complementar las carencias del sistema central de ventilación y aire acondicionado con sistemas autónomos de filtración.



Los sistemas de ventilación y aire acondicionado se ensucian con el paso del tiempo y es necesario limpiarlos periódicamente para su propia eficiencia y longevidad.

Existen varios métodos diferentes de limpieza de ductos. Una limpieza de ductos realizada correctamente no necesita repetirse hasta dentro de 2 a 3 años, dependiendo de factores como la suciedad del ambiente y la calidad de la filtración disponible.

2.5 SINDROME DE EDIFICIO ENFERMO

La Organización Mundial de la Salud define el Síndrome de Edificio Enfermo (SEE), como **“un conjunto de enfermedades originadas o estimuladas por la contaminación del aire en estos espacios cerrados”**.

Es un conjunto de molestias y enfermedades originadas en la mala ventilación, la descompensación de temperaturas, las cargas iónicas y electromagnéticas, las partículas en suspensión, los gases y vapores de origen químico y los bioaerosoles, entre otros agentes causales identificados.

El tipo de malestares que producen y estimulan estas situaciones es variado: jaquecas, náuseas, mareos, resfriados persistentes, irritaciones de las vías respiratorias, piel y ojos, etc. Entre estos malestares, las alergias ocupan un papel importante.

En la evaluación, entre otras cosas, se ha de determinar el tipo y tamaño de las rejillas de impulsión, así como medir su caudal y compararlo con los estándares de ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*).

Edificio Enfermo es la condición que tiene un edificio cuando más del 15% de sus ocupantes se quejan sobre síntomas que afectan a su salud o bienestar, pero no se



puede diagnosticar una enfermedad clínicamente, solamente son síntomas y afecciones que desaparecen al abandonar el edificio.

Aunque lo anterior, en bastantes casos, puede degenerar en enfermedades más graves con el paso del tiempo.

La mayoría de los expertos dicen que el SEE se debe a la larga exposición de los ocupantes a bajos niveles de contaminantes mezclados. El nivel de cada contaminante presente puede estar muy por debajo del nivel umbral, debajo del cual no se aprecian efectos en la salud. No obstante, la combinación de estos contaminantes entre sí genera un efecto sinérgico que provoca las alteraciones en salud y bienestar.

ERE (Enfermedades relacionadas con el Edificio), es el término general que se aplica al tipo de enfermedades diagnosticables médicamente y que son causadas o relacionadas con la ocupación de un edificio.

Los factores que contribuyen al síndrome se relacionan al diseño del ambiente construido, y puede incluir combinaciones de algunos o a todas las siguientes causas:

- Interior polución del aire
- Perfumes artificiales
- Pobre o inapropiada e incluso excesiva iluminación (incluyendo ausencia de o solo limitados accesos a la luz natural). La excesiva iluminación genera reflejos en las pantallas de trabajo de los puestos administrativos.
- Pobre calentamiento o enfriamiento de los puestos de trabajo y / o ventilación
- Mal posicionamiento de los sistemas de aire acondicionado
- Mala acústica
- Pobres diseños de muebles y equipos (Monitores de Pcs, Fotocopiadoras, etc.).
- Pobre ergonomía.

- Contaminación química.
- Contaminación biológica.

CONTAMINANTE	CONCENTRACION
Formaldehídos (Contrachapados y Materiales Sintéticos)	0,1 ppm
Compuestos Orgánicos Volátiles (muebles y Cortinas):	30 a 50 mg/m3
Tolueno	20 ppm
Cloruro de Metileno	50 ppm
Benceno	1 ppm
Acetona	75 ppm
Estireno	5 ppm
Freón 12	100 ppm
Dioxano	2.5 ppm
PcBs (Alfombras y Lubricantes)	0,05 mg/m3
Asbestos (Antifuegos)	0.02 fibras/cm3
Amoníaco (Productos de Limpieza)	3,5 mg/m3
Cloruro de Bencilo (Vinílicos)	0,5 mg/m3 (0.1 ppm)
Humo de Tabaco	0,1 a 0,15 mg/m3
Tetracloruro de Carbono (Productos de Limpieza)	1 ppm

Tabla 3: Concentraciones máximas permitidas para contaminantes del aire

Fuente: ASHRAE.

Al dueño o al operador de un "edificio enfermo", los síntomas pueden incluir altos niveles de empleados enfermos o ausentismo, baja productividad, baja satisfacción laboral y alta rotación de empleados.

La queja más común tiene que ver con la temperatura: el aire está demasiado caliente o demasiado frío. La segunda queja más común tiene que ver con el movimiento de aire: el aire tiene corrientes o está o demasiado quieto. Otras quejas comunes relacionadas con la comodidad tienen que ver con la humedad: el aire está demasiado seco o demasiado húmedo.



Algunas quejas de problemas de salud causados por la mala calidad del aire se parecen a los síntomas que se sufren cuando se tiene la gripe o un resfriado: dolores de cabeza, problemas con los senos frontales, congestión, mareos, náusea, cansancio, irritación de los ojos, la nariz y la garganta. Tales síntomas son a menudo difíciles de asociar con el lugar de trabajo. El ambiente interior casi nunca es sospechado de ser la causa de síntomas exhibidos por los ocupantes, a menos que los síntomas sean compartidos por varios ocupantes; tengan una persistencia nada razonable; o la calidad del aire sea distinta y sospechosa.

Una calidad pobre del aire de interior puede mejorarse substancialmente aumentando el porcentaje de ventilación de modo de diluir los contaminantes. Además de una adecuada ventilación es importante que haya un buen mantenimiento.

El prototipo de estos edificios insanos son los modernos conjuntos de oficinas que se alzan en las mejores zonas comerciales y financieras de las ciudades, así como algunos hoteles y conjuntos arquitectónicos residenciales.

La prevención no corresponde sólo a los profesionales sanitarios. sino también a arquitectos, ingenieros y técnicos en sistemas de acondicionamiento de aire, que deberían considerar la existencia de este síndrome a la hora de diseñar edificios. Y disponer las siguientes medidas:

- Evitar el tabaquismo en el interior del edificio.
- En caso de no prohibir fumar en los lugares de trabajo debe limitarse a cuartos especialmente diseñados, evitando así que el humo se escape a otras partes del edificio. Si bien los costos de establecer cuartos diseñados para este propósito varían según el edificio y posiblemente resulten más caro que eliminar el fumar totalmente, porque debe cumplir ciertas condiciones: El aire del cuarto para fumar debe ser extraído directamente hacia el exterior por un extractor. No debe volver a circular en otras partes del edificio. Es necesario que la cantidad de aire que se extrae del cuarto sea mayor que la cantidad que recibe, asegurando así que el humo de segunda mano no se filtre a los lugares



cercanos. No debe haber necesidad que las personas que no fuman usen el cuarto de fumar por ningún motivo. Debe ubicarse donde no se trabaje y donde nadie debe entrar como parte de sus responsabilidades de trabajo (EPA).

- Ventilación adecuada, siendo la mejor la natural por las ventanas. Mientras que una ventilación adecuada de los espacios cerrados puede disminuir el olor del humo de tabaco en el ambiente (HTA), los riesgos para la salud no se eliminan mediante los métodos de ventilación generalmente aceptados. Las investigaciones realizadas han llegado a la conclusión de que no es factible la remoción total del humo de tabaco —una mezcla compleja de componentes gaseosos y partículas— a través de la ventilación.
- Evitar decoraciones con materiales que acumulen polvo y que necesitan limpiarse con frecuencia con aspiradora.
- Mantenimiento del aire acondicionado mediante la limpieza de conductos, elementos de filtrado bien diseñados y controlados. Además adecuada colocación de las tomas en exterior, evitando se absorban gases de escapes de automóviles.
- Higienización permanente de locales, pisos, alfombras y tapizados, que son lugares de acumulación de ácaros, gérmenes y hongos.
- Elementos y muebles que se introduzcan deben controlarse es su diseño y construcción, evitando los que puedan emitir gases nocivos.



CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACION

Este Trabajo Especial de Grado, sigue los lineamientos de un tipo de investigación que corresponde a un proyecto factible, que debe tener apoyo en una investigación tipo documental, de campo, transversal y evaluativo; que según El Manual de La Universidad Pedagógica Experimental Libertador-UPEL (2003): *“Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo, viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o, grupos sociales, puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnología, métodos o procesos”*.

3.2 DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

La metodología irá en función de hacer un diagnostico que permita detectar las posibles causas del malestar presentado por los ocupantes de las oficinas. Se estará manejando el procedimiento a partir del concepto de Edificio Enfermo, ya que todo parece indicar, que los recintos a estudiar están afectados por el malfuncionamiento y mantenimiento deficiente de los Sistemas de Ventilación y Aire Acondicionado (SVAC), así como por una mala distribución del espacio físico de las oficinas.

La investigación se dividirá en tres fases:

- La primera, será el conocimiento de los síntomas que aquejan a los ocupantes de las distintas oficinas de La Facultad de Ingeniería a través de la aplicación

de una encuesta, cuyas preguntas se plantearon de manera fácil de entender para los encuestados, y a la vez, sus respuestas dieran una información clara y concisa para llevar a cabo el análisis.

- La segunda será la medición de parámetros físicos del aire: Temperatura, Humedad y Velocidad a la salida de los ductos; y un parámetro químico que será la concentración de CO₂ en el aire. Igualmente en esta etapa se determinara el caudal de aire que entra a las oficinas a través de los ductos de ventilación, para así calcular el número de recambios de volumen.
- Y la tercera y última etapa, será la medición de parámetros microbiológicos, definidos por bacterias y hongos suspendidos en el aire.

Es necesario aclarar que la investigación se dividió en estas 3 fases por razones de practicidad y logística, ya que para dar un diagnostico acertado, se debería seguir un orden cronológico de las actividades a realizar.

	Fase	Objetivos	Actividades	Herramienta
1	Conocimiento	Identificación de síntomas que aquejan a los ocupantes de las oficinas para el diagnostico de Edificio Enfermo	Aplicación de una encuesta diseñada por la NTP Española, para la detección de Edificio Enfermo.	Encuesta de La NTP Española 290
2	Comparación	Evaluar las condiciones de la Calidad del aire de las oficinas, comparándolos con los rangos de valores permisibles.	Registro de Parámetros Físicos (Temperatura, Humedad y Velocidad del Aire) y Químicos (concentración de CO ₂). Calculo de Recambios de Volumen de Aire en las oficinas	• Mini Hidro Termo-Anemómetro (Mod. 45158). • Testo 535
3	Medición	Medición de parámetros microbiológicos	Sedimentación de hongos y bacterias presentes en el Aire del interior de las oficinas	• Capsula Petri con agar Nutritivo • Capsula Petri con agar Saboraud
4	Procesamiento de resultados y Análisis.			

Tabla 4: Fases de la Investigación

3.3 POBLACION Y MUESTRA

Se realizó una inspección previa de las oficinas que conforman La Facultad de Ingeniería y sus Escuelas, con el fin de determinar el número de ocupantes, subdivisiones del espacio físico interno de las mismas, y puntos de salida de ventilación. Una vez realizado este reconocimiento, se detectó que no sería necesario hacer un plan de muestreo, ya que la población a estudiar es menor a 50 datos. Por esta razón se concluyó analizar la totalidad de ellos (personas, espacios de oficinas y salidas de ventilación).

En la siguiente tabla se muestra el número de personas encuestadas, así como la cantidad de puntos donde se hicieron las mediciones correspondientes a Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos:

	Personas encuestadas	Puntos de medicion de Parametros Fisicos y Quimicos	Puntos de medicion de Parametros Microbiologicos
Cantidad	32	38	31

Tabla 5: Cantidad de puntos y personas evaluados

- **Personas Encuestadas:** Para el momento de la aplicación de la encuesta, se contabilizaron 32 ocupantes que representaba el 100% de la población.
- **Puntos de medición de Parámetros Físicos y Químicos:** Se contabilizaron 32 oficinas, pero algunas de ellas contaban con más de una salida de aire. Por lo tanto se evaluaron 38 puntos.
- **Puntos de medición de Parámetros Microbiológicos:** De las 32 oficinas contabilizadas, se pudo realizar el análisis microbiológico en 31 de ellas. Para el momento de esta medición, el ocupante de una de las oficinas se encontraba de viaje.

En el caso de los parámetros físicos y químicos, fueron tomadas siete muestras a lo largo del día, siguiendo los procesos estándar para la toma de muestras puntuales. Este proceso se inicio a las 8:30 am y culmino a las 4:30 pm. Siguiendo intervalos de una hora entre muestra y muestra, la toma de datos quedo de la siguiente manera:

- 1ra Muestra: 08:30 am.
- 2da Muestra: 09:30 am.
- 3ra Muestra: 10:30 am.
- 4ta Muestra: 11:30 am.
- 5ta Muestra: 02:30 pm.
- 6ta Muestra: 03:30 pm.
- 7ma Muestra: 04:30 pm

3.4 INSTRUMENTOS PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS

A continuación se presenta un resumen con los instrumentos utilizados en la investigación:

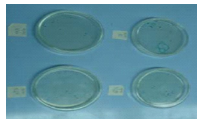
Instrumento	Imagen	Variable	Unidades
Mini Hidro Termo-Anemómetro (Mod. 45158).		Humedad relativa	RH%
		Temperatura	°C
		Velocidad del Aire	m/s
Testo 535		Concentracion de CO2	ppm
Capsula Petri (Agares Nutrivo y Saboraud)		Biopartículas captadas	UFC
Modelo de Encuesta NTP	(Ver Anexo # 1)	Afecciones que aquejan a los ocupantes de las oficinas	N/A

Tabla 6: Instrumentos y equipos utilizados para la toma de datos



3.5 PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

3.5.1 Conocimiento de los síntomas que aquejan a los ocupantes de las oficinas de La Facultad y sus Escuelas.

Esta actividad no fue escogida al azar para ser la primera a realizar, es decir, se decidió hacerla en un principio para conocer los síntomas padecidos por los ocupantes de las oficinas.

El modelo de encuesta a utilizar fue tomado de la NTP Española, específicamente en su artículo 290, donde se plantea un cuestionario especialmente formulado para la detección y diagnostico de edificio enfermo.

El cuestionario seleccionado fue aplicado a cada una de las personas que laboran en las distintas oficinas a ser evaluadas. Para ello fue necesario acordar horarios con las secretarias de las escuelas, de manera que se pueda llevar a cabo la aplicación de las encuestas a todo el personal involucrado.

3.5.2 Comparación de los Parámetros Físicos y Químicos del Aire con respecto a los valores permisibles.

Para llevar a cabo esta evaluación, fue necesario tomar mediciones de diversas variables en todos los puntos de salida de aire, así como el ambiente interno de la totalidad de las oficinas que conforman La Facultad de Ingeniería y sus escuelas. Para ello fue necesario informar a los ocupantes de las mismas, acerca del proceso de medición, ya que posiblemente sería necesario interrumpir sus actividades para la toma óptima de mediciones.



Las mediciones se llevaron a cabo en momentos donde había ocupación total de las oficinas, a lo largo del transcurso de la jornada laboral, para así garantizar que los datos tomados corresponden a un día promedio.

Basado en planes para toma de muestras puntuales, se decidió tomar 7 muestras de datos para cada uno de los puntos a evaluar, a lo largo de un día. De esta forma se observara el comportamiento de los diferentes parámetros en el transcurso del tiempo.

Se utilizaron dos equipos diferentes para la toma de los datos: un anemómetro con termómetro y barómetro integrado, que proporcionaría los valores correspondientes a Temperatura, Humedad relativa y Velocidad del aire en la salida. Y un aparato especial para medir la concentración de CO₂ en el aire.

Ya que todas las mediciones siguientes son llevadas a cabo simultáneamente, es necesario aclarar que la logística para la realización de las mismas, no fue de mayor complicación, debido a que en el caso de las primeras tres variables, el resultado es arrojado por un instrumento al cabo de 120 segundos después de iniciada la medición. Y en el caso de la concentración de CO₂, igualmente el resultado es arrojado pasados 45 segundos después de haber iniciado la actividad de medición. Por lo rápido de la toma de resultados, fue fácil llegar a un acuerdo con los ocupantes de las oficinas, quienes debían prestar colaboración para la toma de muestras, ya que en muchos casos sería necesario hacer una pausa en sus actividades.

A continuación se presentan las variables medidas, así como el proceso de medición de cada una:



3.5.2.1 Temperatura.

Este parámetro será medido con el uso del Mini Hidro Termo-Anemómetro, el cual será configurado para arrojar el valor de la variable Temperatura, tras un promedio de varias mediciones tomadas durante un periodo de tiempo de aproximadamente 20 segundos.

La medición será tomada en la salida del aire, es decir en la rejilla, a unos pocos Centímetros de ella. Esta medición será llevada a cabo a intervalos de una hora durante el transcurso del día, hasta obtener un total de 7 mediciones, que permitirán validar el comportamiento de esta variable a lo largo de la jornada laboral.

3.5.2.2 Humedad Relativa

Se hará uso del Mini Hidro Termo-Anemómetro para la toma de este dato, al igual que con la variable Temperatura, se usara la misma configuración para el equipo.

Se tomaran 7 medidas a lo largo del día, simultáneamente con la variable Temperatura, y manteniendo la misma ubicación y tiempo de toma de muestra.

3.5.2.3 Velocidad del aire a la salida

El equipo a utilizar para la toma de este dato, será el Mini Hidro Termo-Anemómetro; el cual se configurara de manera manual, es decir, a diferencia de las variables anteriores, este arrojará el resultado al instante, sin tomar promedios. La lectura del valor se hará una vez que se mantenga constante el valor; en este caso el tiempo de medición va a ser determinado por lo mencionado anteriormente.



Se tomaran 7 medidas a lo largo del día, con un intervalo de una hora entre cada una de ellas. Este parámetro, va a permitir posteriormente conocer el caudal que fluye por la rejilla para así calcular los recambios de volumen de aire interno que tiene cada una de las oficinas.

3.5.2.4 Concentración de CO₂ en el aire

Para la medición de esta variable se utilizara el Testo 535, el cual es un equipo sofisticado, que detecta las partículas por millón (ppm) de CO₂ que hay presentes en el aire. Este equipo se configura de manera que arroja un promedio de la concentración de CO₂ en un periodo de tiempo determinado; en este caso se hará para 30 segundos.

Se tomaran 2 mediciones seguidas en cada una de las oficinas, para luego tener un promedio de estas, y así poder entender mejor el comportamiento de la misma. Este proceso será llevado a cabo 7 veces a lo largo del día, con lo cual se tendrá un total de 14 mediciones para cada una de las oficinas.

3.5.3 Calculo de los Recambios de Volumen de Aire en las oficinas.

Para calcular este parámetro es necesario el manejo de ciertas variables:

- *Área de la rejilla de salida (A)*: Se usara una cinta métrica para medir el largo (l) y el ancho (a) de la pieza. La unidad de medida será m².

$$A = l \times a$$

- *Velocidad de salida del aire por la rejilla (S)*: esta variable se medirá con el uso de un anemómetro, el cual dará el promedio de la velocidad durante un periodo de 30 segundos. La unidad de medida será m/seg.



- *Volumen de la oficina (V)*: con el plano de la oficina se conoce el área de la misma, luego con el uso de una cinta métrica se medirá la altura (h). La unidad de medida será m³.

$$V = h \times \text{área oficina}$$

- *Caudal (C)*: con la velocidad de salida de aire por la rejilla y el área de la misma, se hará el cálculo. La unidad de medida será m³/seg.

$$C = A \times S$$

- Conociendo las variables anteriores se calculara el número de recambios por hora (R/h) de la siguiente manera:
- V/C: dará el tiempo en segundos que toma ocupar el aire suministrado el volumen total de la oficina.
- El numero de recambios será:

$$R/h = 3600 \text{ seg.} / (V/C) \text{ seg}$$

3.5.4 Medición de los Parámetros Microbiológicos del aire.

Antes de llevar a cabo todas las actividades pertinentes para cumplir con este objetivo, se habló con el Profesor Gorrochotegui, quien es el jefe del laboratorio de Sanitaria de Ingeniería Civil; con el fin de presentar la agenda para toma de muestras, así como los materiales de laboratorio necesarios.

La metodología que se acordó utilizar fue la de *Sedimentación en Placa Petri*, la cual se dividió en dos partes, ya que es necesario identificar el tipo de microorganismo por separado, que en este caso específico, serian hongos y bacterias.

Posteriormente, se hará el análisis de la concentración de partículas microbiológicas, para cada oficina estudiada, es decir, se totalizara la contabilización de resultados de las muestras tomadas en cada uno de los recintos (sub-oficinas dentro de cada escuela y facultad). Esto llevara a un análisis individual para cada



oficina. Para esto se usara la Formula de Parker y Reist para la estimación de Bioparticulas en UFC (Unidades Formadoras de Colonias) (Ver Anexo #4).



CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS

En esta sección se podrá observar los resultados arrojados después de realizadas las pruebas y actividades de cada una de las fases de la investigación, así como un análisis de los hallazgos.

4.1 Aplicación del sistema de encuestas a los trabajadores de las oficinas con el fin de hacer un diagnostico del Síndrome de Edificio Enfermo

El análisis de las encuestas será realizado por separado, es decir, cada una de las oficinas en estudio será considerada como un subconjunto del edificio. Esto porque cada una de ellas tiene un Sistema de Ventilación y Aire Acondicionado (SVAC) propio e independiente.

A continuación se observan los resultados de los síntomas que aquejan a los ocupantes de las distintas Escuelas de Ingeniería y La Facultad. Dichos resultados se extraen de la tabla que contiene los datos obtenidos de cada una de los encuestados (Ver Anexo #3).



	# Sintomas	Porcentaje (%)
FACULTAD DE INGENIERIA		
COORDINADOR CIENCIAS BASICAS	2	3,57
DECANO	0	0
PROFESOR	3	5,35
SECRETARIA	7	12,5
PROFESOR	0	0
PROFESOR	4	7,14
RECEPCIONISTA	5	8,93
OFICINISTA	1	1,79
AUX. DE OFICINA	4	7,14
COORDINADORA DE CALCULO I	17	30,36
ING. INDUSTRIAL		
PROFESOR	4	7,14
COORDINADOR RELACIONES CIDI	3	5,35
COORDINADOR PASANTIAS	0	0
SECRETARIA	7	12,5
BECA TRABAJO	3	5,35
CONSULTOR JUNIOR	10	17,85
PROFESOR ASISTENTE	11	19,64
BECA TRABAJO	10	17,85
ING. INFORMATICA		
COORDINADOR	6	10,71
PROFESOR	3	5,35
TECNICO	6	10,71
DOCENTE	19	33,93
ING. CIVIL		
SECRETARIA	6	10,71
DIRECTOR	0	0
PROFESOR	9	16,07
PROFESOR	5	8,93
BECA TRABAJO	16	28,57
ING. TELECOMUNICACIONES		
PROFESOR	7	12,5
SECRETARIA	1	1,79
PROF. TIEMPO COMPLETO	4	7,14
BECA TRABAJO	11	19,64
PROFESOR ASISTENTE	10	17,85
Promedio		11,64

Tabla 7: Resultados de Encuesta NTP

A continuación se muestra la información detallada para cada una de las oficinas estudiadas (Facultad de Ingeniería y las 5 Escuelas), así como para las sub-oficinas que conforman a cada una de ellas:

Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente, los escenarios hallados en cada oficina son los siguientes:

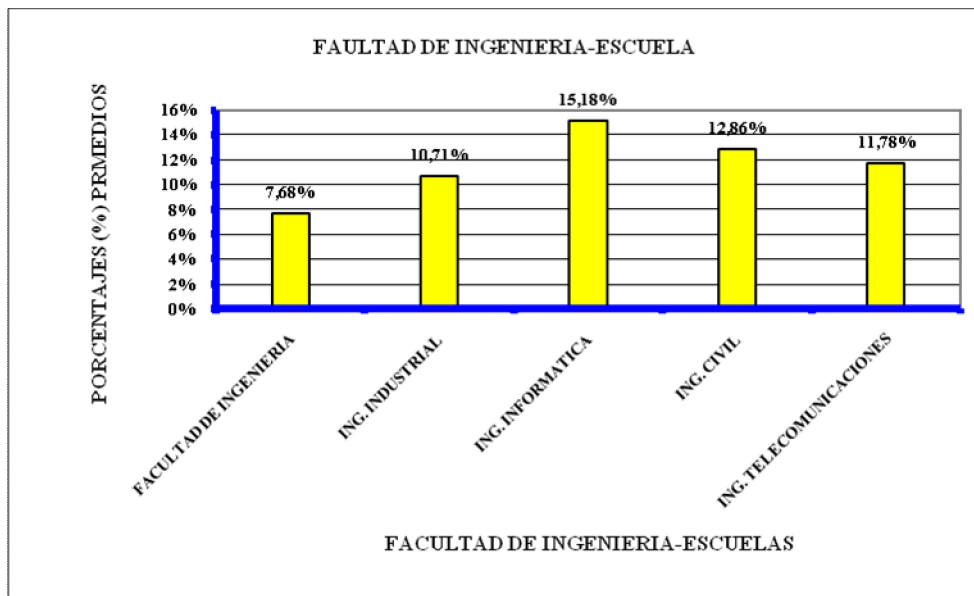


Grafico 1: Porcentaje promedio de Síntomas que aquejan a los trabajadores de La Facultad de Ingeniería y sus Escuelas

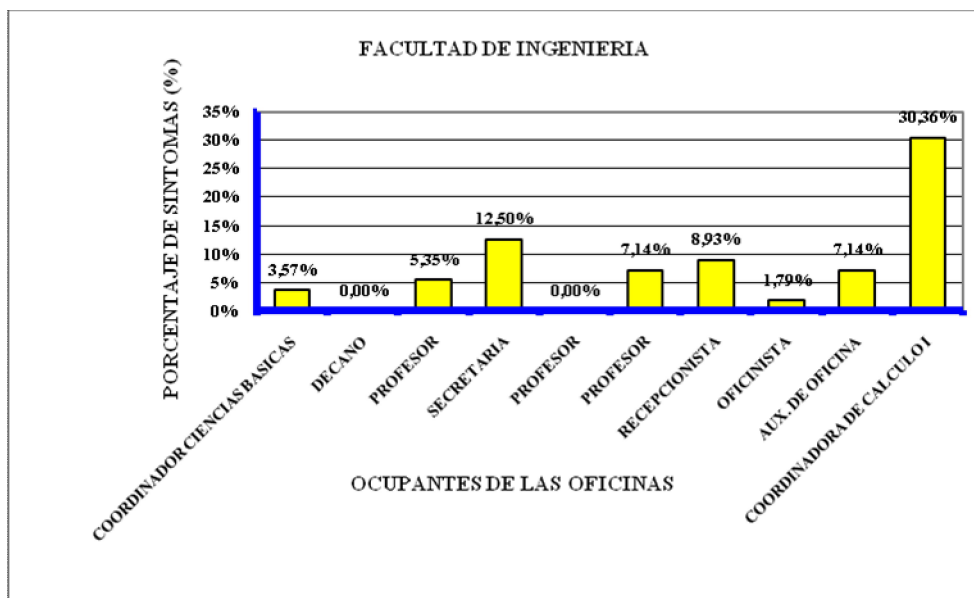


Grafico 2: Porcentaje promedio de Síntomas que aquejan a los trabajadores de La Facultad de Ingeniería

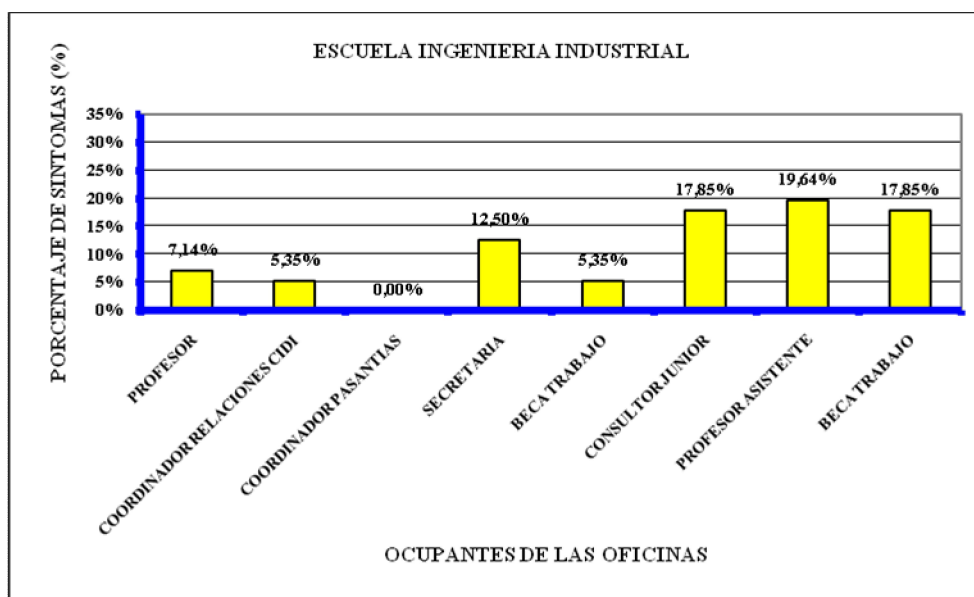


Grafico 3: Porcentaje promedio de Síntomas que aquejan a los trabajadores de La Escuela de Ingeniería Industrial

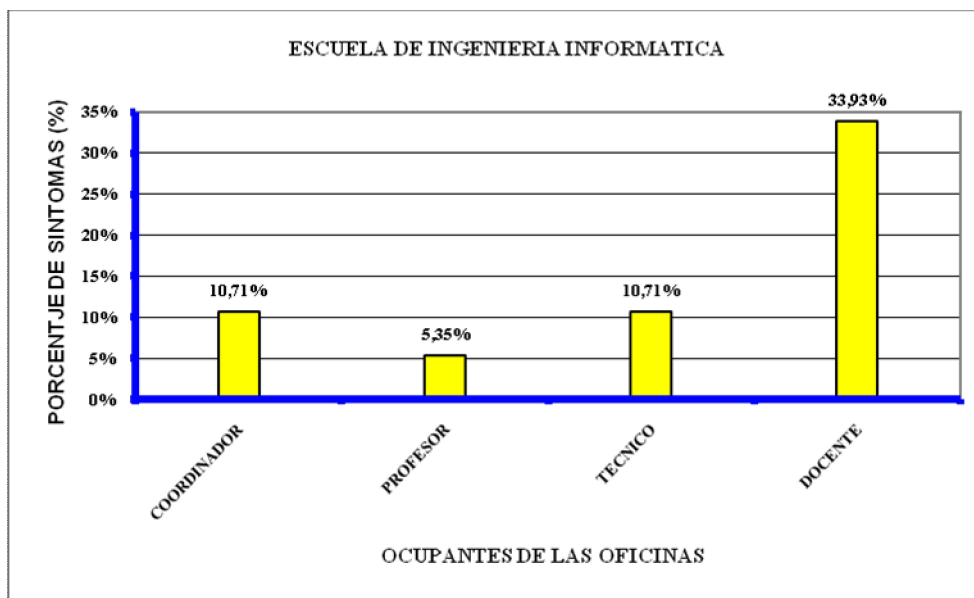


Grafico 4: Porcentaje promedio de Síntomas que aquejan a los trabajadores de La Escuela de Ingeniería Informática

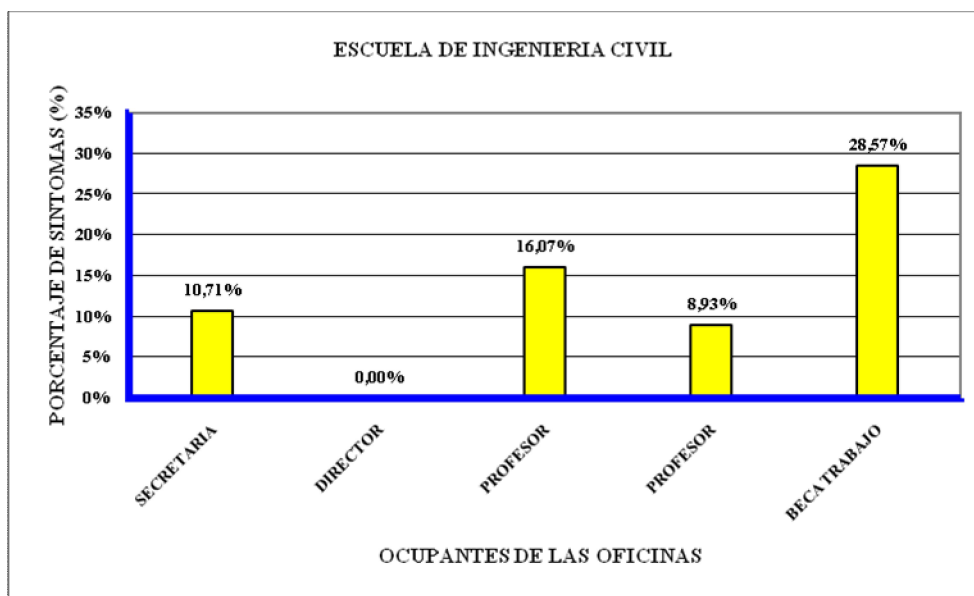


Grafico 5: Porcentaje promedio de Síntomas que aquejan a los trabajadores de La Escuela de Ingeniería Civil

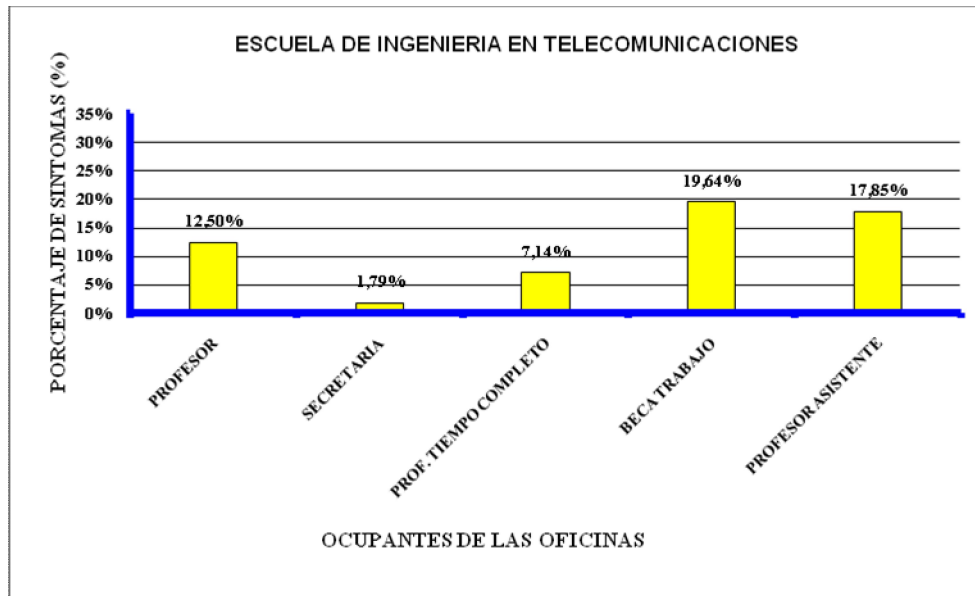


Grafico 6: Porcentaje promedio de Síntomas que aquejan a los trabajadores de La Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones

- *Facultad de Ingeniería:* Se aplicó la encuesta a 10 trabajadores, de los cuales uno solo de ellos presentó un porcentaje por arriba del 20% (30,36%). Dando así una media de 7,68% de síntomas en la totalidad de los encuestados.
- *Escuela de Ingeniería Industrial:* Se aplicó la encuesta a 8 trabajadores, de los cuales no se presentó ningún caso donde se observara un porcentaje mayor al 20% en síntomas. La media fue de 10,71% de síntomas en los trabajadores.
- *Escuela de Ingeniería Informática:* Se aplicó la encuesta a 4 trabajadores, de los cuales uno presentó un porcentaje de 33,93% de síntomas. Arrojando una media de síntomas del 15,18% para esta oficina.
- *Escuela de Ingeniería Civil:* Se aplicó la encuesta a 5 trabajadores, de los cuales uno presentó un porcentaje de 28,57%, el cual está por encima del 20% permisible. La media observada en esta oficina fue de 12,87% de síntomas.
- *Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones:* Se aplicó la encuesta a 5 trabajadores, de los cuales ninguno presentó un porcentaje de síntomas mayor al 20%. Arrojando así una media del 11,78% de síntomas para esta oficina.



Si bien es cierto, que se planteó el análisis de manera individual para cada una de las oficinas, se puede tener a manera de referencia una media del edificio, que incluye los 5 recintos estudiados, de 11,64%, el cual se encuentra por abajo del límite permisible (20%).

4.2 Evaluación de los parámetros Físicos y Químicos del aire en la Facultad de Ingeniería y sus Escuelas.

A continuación se presenta una serie de tablas, donde se puede observar los valores obtenidos para los parámetros físicos (Temperatura, Humedad Relativa y Velocidad de Aire a la salida) y químicos (Concentración de CO₂ en el aire).

La forma y orden en que son mostradas las tablas, siguen una transcripción directa del formato físico que se utilizó para la toma de muestras. Por lo tanto se observará en algunas tablas oficinas de diferentes escuelas. Posteriormente el análisis será llevado a cabo para cada una de las Escuelas de Ingeniería y La Facultad por separado:



ESCUELA	OFICINA	CO2 (ppm)			HUMEDAD RELATIVA (RH%)	TEMP (oC)	V. AIRE (m/s)	CAUDAL (m3/s)
		Muestra1	Muestra2	PROMEDIO MUESTRAS				
FACULTAD	SECRETARIA DECANO	630	660	645	48,8	16,8	3,6	0,324
		779	794	786,5	59,3	15,8	3,4	0,306
		697	755	726	62	14,5	3,7	0,333
		501	650	575,5	68,1	17,2	2,8	0,252
		536	577	556,5	66,8	14,5	3,3	0,297
		502	602	552	50,4	15,6	2,7	0,243
		603	710	656,5	63,2	16,3	3,5	0,315
FACULTAD	DECANO	559	548	553,5	49,3	14,4	3,8	0,342
		745	742	743,5	50,2	16,3	3,4	0,306
		603	682	642,5	63	15,8	3,6	0,324
		589	602	595,5	69,3	17,3	2,9	0,261
		734	780	757	54,4	16,4	3,5	0,315
		613	622	617,5	63,2	15,1	3,8	0,342
		702	783	742,5	47,9	17	2,8	0,252
FACULTAD	OFICINA DE ENLACE	584	637	610,5	59,4	18,2	4,1	0,369
		746	882	814	61,3	17,3	2,2	0,198
		669	705	687	74,2	14,8	4,9	0,441
		608	534	571	70,4	18,3	4,3	0,387
		638	692	665	69,4	17,2	3,3	0,297
		560	615	587,5	68,3	16,8	3,8	0,342
		652	671	661,5	69,7	15,3	4,1	0,369
FACULTAD	PADRE RIOS	620	652	636	75,2	13,3	3,7	0,333
		650	671	661	60,3	15,3	4,1	0,369
		602	600	601	58,1	14,8	3,2	0,288
		550	580	565	50	16,3	3,7	0,333
		503	508	505,5	43,5	14,2	3,2	0,288
		630	682	656	52,3	15,9	4,2	0,378
		670	682	676	58,9	16,8	3,8	0,342

Tabla 8: Parámetros Físicos y Químicos (I)

ESCUELA	OFICINA	CO2 (ppm)			HUMEDAD RELATIVA (RH%)	TEMP (oC)	V. AIRE (m/s)	CAUDAL (m3/s)
		Muestra1	Muestra2	PROMEDIO MUESTRAS				
FACULTAD	HELEN	547	559	553	74,2	12,6	3,9	0,351
		859	796	827,5	65,8	13,1	3,5	0,315
		758	688	723	60,9	14,6	3,7	0,333
		561	628	594,5	62,3	15,3	4,2	0,378
		621	531	576	61,1	16	3,9	0,351
		646	638	642	65,1	14,8	3,2	0,288
		652	696	674	59,9	13,1	4	0,36
FACULTAD	SALA PROFESORES	584	543	563,5	67,2	13,9	2,2	0,198
		719	684	701,5	68,1	13,2	2,8	0,252
		759	609	684	65,7	13,6	3,2	0,288
		656	583	619,5	62,1	14,1	3,1	0,279
		522	523	522,5	59,7	14,7	3,8	0,342
		604	612	608	58,2	13,1	3,6	0,324
		590	582	586	60,7	14,2	4,2	0,378
FACULTAD	DAYANA	756	675	715,5	79	18,2	1,9	0,171
		761	648	704,5	62,3	17,2	2,1	0,189
		551	600	546,5	56,7	15,9	0,9	0,081
		526	509	517,5	62,3	14,3	1,3	0,117
		698	710	704	65,3	13,9	2,1	0,189
		701	659	680	58,8	14,8	2,3	0,207
		580	590	585	59,6	14,3	1,8	0,162
FACULTAD	CIENCIAS BASICAS	556	567	561,5	70,1	14,3	2,1	0,189
		668	596	632	69,3	15	2,3	0,207
		615	577	596	68,1	13,2	1,8	0,162
		702	661	681,5	63,4	14,9	2	0,18
		506	478	492	66,6	14,2	2,7	0,243
		710	683	696,5	59,8	13,9	1,9	0,171
		671	682	676,5	63,3	14,1	2,4	0,216

Tabla 9: Parámetros Físicos y Químicos (II)



ESCUELA	OFICINA	CO2 (ppm)			HUMEDAD RELATIVA (RH%)	TEMP (oC)	V. AIRE (m/s)	CAUDAL (m3/s)
		Muestra1	Muestra2	PROMEDIO MUESTRAS				
FACULTAD	ELVIRA	751	619	685	73,1	14	1,6	0,144
		687	690	688,5	70,2	13,9	1,9	0,171
		666	909	787,5	68,1	15,2	1,4	0,126
		694	750	722	67,2	14,8	2	0,18
		512	504	508	66,3	14,1	1,8	0,162
		702	663	682,5	59,8	15,3	2,1	0,189
		709	710	709,5	61,8	14	1,7	0,153
FACULTAD	CASA DE MUÑECAS	594	604	599	58,8	17,2	1,1	0,099
		632	702	667	57,1	15,3	3,2	0,288
		644	673	658,5	66,3	14,1	4,2	0,378
		931	787	859	63,2	14,9	2,1	0,189
		480	488	484	58,9	15,8	2,4	0,216
		630	682	656	57,1	13,1	3,7	0,333
		590	538	564	60,9	14,2	4	0,36
FACULTAD	PROF. ESCOLAR	625	551	588	65,4	13,3	4,1	0,369
		681	620	650,5	70,8	14,2	2,8	0,252
		475	440	457,5	58,1	15,8	3,1	0,279
		624	702	663	57,3	16,1	3,7	0,333
		652	632	642	61,3	15,1	4	0,36
		680	671	675,5	63,9	16	2,9	0,261
		601	612	606,5	65,9	14,3	3	0,27
CIVIL	BECA TRABAJO	616	718	667	57,3	15,2	3,1	0,279
		574	687	630,5	63,9	18,1	2,8	0,252
		553	613	583	72,3	23,7	0,5	0,045
		482	564	523	69,1	19,3	3	0,27
		533	588	560,5	58,3	14,9	2,3	0,207
		547	612	579,5	48,4	17,7	1,6	0,144
		537	601	569	51,4	16,8	1,8	0,162

Tabla 10: Parámetros Físicos y Químicos (III)

ESCUELA	OFICINA	CO2 (ppm)			HUMEDAD RELATIVA (RH%)	TEMP (oC)	V. AIRE (m/s)	CAUDAL (m3/s)
		Muestra1	Muestra2	PROMEDIO MUESTRAS				
CIVIL	MARIA BARREIRO	634	663	648,5	62,9	20,7	2,3	0,207
		927	808	867,5	68,3	20	2,5	0,225
		641	659	650	66,4	23,3	2,9	0,261
		623	584	603,5	67,1	21,1	2	0,18
		699	658	678,5	69	19,8	1,9	0,171
		548	564	556	62,6	21,6	1,8	0,162
		599	622	610,5	65,3	22,2	2,3	0,207
CIVIL	DIRECTOR	640	651	645,5	64,7	20,5	2	0,18
		757	758	757,5	68,3	23,5	1,9	0,171
		654	633	643,5	66,2	20	1,1	0,099
		572	597	584,5	63,3	22	1,8	0,162
		614	605	609,5	65,1	19,8	2,5	0,225
		771	717	744	69,5	18,3	3,3	0,297
		702	680	691	64,1	20,1	3,1	0,279
CIVIL	SECRETARIA	669	643	656	72	21,3	3,4	0,306
		727	698	712,5	66,6	22,3	2,9	0,261
		624	687	655,5	68,4	23,4	2,8	0,252
		551	590	570,5	62,7	20,9	3	0,27
		633	666	649,5	62	17,8	2,3	0,207
		607	580	593,5	71,1	19,3	2,7	0,243
		698	671	684,5	62,5	23	2,9	0,261
CIVIL	PROF. MESTAS	635	691	663	62,6	16,9	1	0,09
		752	770	761	64,3	15,4	1,2	0,108
		680	702	691	59,4	13,2	2,3	0,207
		780	800	780	66,8	15,6	1,8	0,162
		804	815	809,5	68,3	16,7	2,4	0,216
		703	763	733	70,2	18,3	1,3	0,117
		809	864	836,5	63,6	19,2	1,6	0,144

Tabla 11: Parámetros Físicos y Químicos (IV)



ESCUELA	OFICINA	CO2 (ppm)			HUMEDAD RELATIVA (RH%)	TEMP (oC)	V. AIRE (m/s)	CAUDAL (m3/s)
		Muestra1	Muestra2	PROMEDIO MUESTRAS				
INFORMATICA	SECRETARIA	600	583	591,5	60,8	13,1	1	0,09
		808	865	836,5	63,3	14,3	1,4	0,126
		753	805	779	51	15,2	1,2	0,108
		453	613	533	58,8	17,4	1,8	0,162
		506	678	592	61,7	13,2	2,4	0,216
		632	723	677,5	70,3	15,6	1,3	0,117
		704	806	755	68,2	16,3	2	0,18
INFORMATICA	PROF. CASTELLANOS	607	619	613	64,8	20,4	0	0
		721	781	751	65,9	13,8	2,8	0,252
		728	738	733	66,5	11,7	4,7	0,423
		503	483	493	70,8	18,3	2,4	0,216
		770	791	780,5	68,3	12,3	1,2	0,108
		803	863	833	69,4	21,4	2,8	0,252
		904	980	942	70,3	20,8	2,6	0,234
INFORMATICA	DIRECTOR	564	571	567,5	58,3	15,3	2,2	0,198
		817	769	793	60,4	16,8	1,3	0,117
		603	709	656	62,4	20,4	3,2	0,288
		710	780	745	59,3	19,3	2,6	0,234
		803	809	806	71,3	17,6	1,8	0,162
		790	806	798	70,2	21,3	1,4	0,126
		816	906	861	69,3	22,2	2	0,18
INFORMATICA	PROF. CASANOVA	597	569	583	59,3	16,3	1,1	0,099
		777	730	753,5	61,9	18,9	1,3	0,117
		920	962	941	67,7	20,3	0,9	0,081
		529	691	610	66,4	20	1,4	0,126
		750	738	744	65,8	19,8	2,1	0,189
		810	892	851	68,4	21,3	1,7	0,153
		910	1008	959	70,1	22	1,9	0,171

Tabla 12: Parámetros Físicos y Químicos (V)

ESCUELA	OFICINA	CO2 (ppm)			HUMEDAD RELATIVA (RH%)	TEMP (oC)	V. AIRE (m/s)	CAUDAL (m3/s)
		Muestra1	Muestra2	PROMEDIO MUESTRAS				
INFORMATICA	PROF. BARRETO	909	820	864,5	64,1	13,2	2,6	0,234
		786	662	724	68	15,3	2,8	0,252
		847	776	811,5	79,1	15,2	3,1	0,279
		637	609	623	67,1	18,1	3	0,27
		837	672	754,5	66,8	16,1	2,3	0,207
		701	683	692	66,3	14,3	2,4	0,216
		888	791	839,5	68,1	15,8	3,1	0,279
INFORMATICA	PROF. CARDOSO	709	680	694,5	60,1	16,6	2,1	0,189
		665	720	692,5	62,3	15,3	2,3	0,207
		616	601	608,5	65,8	18,9	1,9	0,171
		642	598	620	69,3	17,3	2,5	0,225
		736	820	778	70	17,1	2	0,18
		791	689	740	68,4	15,4	2,2	0,198
		692	700	696	69,1	17,7	2,6	0,234
TELECOMUNICACIONES	SECRETARIA	674	857	765,5	63,2	12,6	4,8	0,432
		505	513	509	63,4	13,8	3,8	0,342
		655	676	665,5	65,6	16,3	6,4	0,576
		497	492	494,5	64,3	14,4	7,2	0,648
		544	603	573,5	70,1	15,6	5,4	0,486
		708	806	757	68,3	12,3	6,2	0,558
		680	703	691,5	63,2	13,3	7,3	0,657
TELECOMUNICACIONES	MAYRA NARVAEZ	613	620	616,5	58,6	12,7	5,7	0,513
		512	500	506	60,3	14,3	6	0,54
		569	486	527,5	58,9	17,6	5,9	0,531
		487	503	495	70,3	16,8	6,3	0,567
		549	500	524,5	40,4	14,3	5,7	0,513
		600	704	652	60,8	15,8	6,8	0,612
		715	816	765,5	65,3	17,2	5,6	0,504

Tabla 13: Parámetros Físicos y Químicos (VI)



ESCUELA	OFICINA	CO2 (ppm)			HUMEDAD RELATIVA (RH%)	TEMP (oC)	V. AIRE (m/s)	CAUDAL (m3/s)
		Muestra1	Muestra2	PROMEDIO MUESTRAS				
TELECOMUNICACIONES	PROF. JOSE GREGORIO	558	584	571	72,9	18,4	4,2	0,378
		730	912	821	60,4	20,8	3,3	0,297
		642	721	681,5	70,3	17,6	4,2	0,378
		505	562	533,5	62,4	16,3	3,8	0,342
		512	532	522	71,3	19,3	3,6	0,324
		603	714	658,5	70,2	21,2	4,8	0,432
		802	915	858,5	72,4	16,3	5,3	0,477
INDUSTRIAL	SECRETARIA	569	572	570,5	53,3	13,7	2,1	0,189
		614	621	617,5	50,2	12,8	2,8	0,252
		1024	1022	1023	68,3	21,6	3,2	0,288
		665	704	684,5	70,2	22,7	2,9	0,261
		497	531	514	68,3	21,8	1,8	0,162
		580	690	635	66,2	14,3	3,1	0,279
		720	830	775	68,3	22,8	3	0,27
INDUSTRIAL	SALA	607	613	610	67,4	16,1	1,6	0,144
		593	582	587,5	66,6	15,3	2,8	0,252
		783	814	798,5	69,4	19,9	3,2	0,288
		684	754	719	67,3	18,4	3	0,27
		566	531	548,5	59,2	19,6	2,9	0,261
		580	608	594	66,8	20,1	1,8	0,162
		602	715	658,5	67,1	19,3	3,2	0,288
INDUSTRIAL	C. EMPRENDEDORES	605	634	619,5	53,2	17,1	2,6	0,234
		585	590	587,5	58,2	16,3	3	0,27
		709	810	759,5	65,3	19	2,8	0,252
		725	739	732	70,3	18,2	2,2	0,198
		509	485	497	68,2	16,4	2,6	0,234
		490	508	499	63,3	17,3	2,8	0,252
		501	603	552	60,2	19,5	3,3	0,297

Tabla 14: Parámetros Físicos y Químicos (VII)

ESCUELA	OFICINA	CO2 (ppm)			HUMEDAD RELATIVA (RH%)	TEMP (oC)	V. AIRE (m/s)	CAUDAL (m3/s)
		Muestra1	Muestra2	PROMEDIO MUESTRAS				
INDUSTRIAL	DIRECTOR	627	603	615	63,2	18,5	4,8	0,432
		739	726	732,5	58,8	19,3	3,7	0,333
		832	770	801	61,2	22,8	2,7	0,243
		536	678	607	62,3	23,2	2,6	0,234
		608	614	611	59,4	20,1	3,8	0,342
		706	715	710,5	63,3	20,3	4,4	0,396
		810	930	870	58,2	19,4	3,6	0,324
INDUSTRIAL	LUISANA	609	577	593	53,8	13,4	2,2	0,198
		624	596	610	60,3	16,3	1,3	0,117
		803	780	791,5	70,1	18,1	1,2	0,108
		689	700	694,5	62,3	20	3,1	0,279
		710	683	696,5	58,3	17,3	2,2	0,198
		780	802	791	62,4	15,3	1,8	0,162
		903	1012	957,5	70,1	13,2	3,4	0,306
INDUSTRIAL	PROF. CASAÑAS	595	587	591	69,6	19,6	3	0,27
		562	565	563,5	70,2	20,1	2,1	0,189
		806	700	753	50,7	22,5	1,1	0,099
		652	715	683,5	60,3	18,3	3,2	0,288
		682	701	691,5	58,4	17,2	1,8	0,162
		715	812	763,5	52,4	15,4	2,4	0,216
		820	910	865	70,3	15,6	2	0,18
INDUSTRIAL	PROF. GASPARIN	650	633	641,5	66,1	20,6	3,4	0,306
		610	632	621	77,1	21,3	2,8	0,252
		717	692	704,5	66,3	17,8	2,9	0,261
		643	646	644,5	62,4	16,2	3,1	0,279
		482	520	501	70,3	15,3	3,4	0,306
		600	702	651	66,2	18,2	2,9	0,261
		788	804	796	68,3	22,3	3	0,27

Tabla 15: Parámetros Físicos y Químicos (VIII)

A continuación se presenta desglosada la información de las tablas anteriormente mostradas. En ellas se observan los promedios de las variables de interés para el análisis: Químicas (Concentración de CO₂) y Físicas (Temperatura y Humedad Relativa). Esta información será mostrada por oficina interna de cada una de las Escuelas, así como de La Facultad.

Los valores a continuación presentan diferentes colores, los cuales corresponden a lo siguiente:

- **Verde:** Valores que sobrepasan levemente el límite permisible (650 - 700 ppm, únicamente aplica para Concentración de CO₂).
- **Rojo:** Valores que sobrepasan o se encuentran por debajo del límite permisible considerablemente (Superior a 700 ppm para CO₂; 30% - 65% para Humedad Relativa; y 15 °C – 22 °C para la Temperatura).

4.2.1 Facultad de Ingeniería

	OFICINA	PROMEDIO CO ₂ OFICINA (ppm)	PROMEDIO HUMEDAD R. (%)	PROMEDIO TEMP. (°C)
FACULTAD	SEC. DECANO	642,57	59,80	15,81
	DECANO	664,57	56,76	16,04
	OFICINA ENLACE	656,64	67,53	16,84
	PADRE RIOS	605,79	56,90	15,23
	HELEN	655,71	64,19	14,21
	SALA PROF.	612,14	63,10	13,83
	DAYANA	636,14	63,43	15,51
	C. BASICAS	619,43	65,80	14,23
	ELVIRA	683,29	66,64	14,47
	CASA MUÑECAS	641,07	60,33	14,94
	PROF.ESCOLAR	611,86	63,24	14,97

Tabla 16: Promedios de Variables Físicas y Químicas para las oficinas de La Facultad de Ingeniería

4.2.1.1 Concentración de CO₂

De las 11 oficinas internas que conforman La Facultad de Ingeniería, únicamente 4 de ellas presentan valores por encima del límite permisible, sin embargo, dichos valores, se encuentran en un rango leve, lo cual sugiere que no hay mayor contaminación o presencia de aire viciado.

4.2.1.2 Humedad Relativa

Tres oficinas internas presentan valores considerablemente mayores al límite permisible. Esto podría estar causando cierto discomfort en los ocupantes, tras periodos prolongados de exposición.

4.2.1.3 Temperatura

Seis de las 11 oficinas internas presentan temperaturas del Aire por debajo de la Temperatura límite permisible. Estos valores tan bajos, pueden causar disgusto e incomodidad en los ocupantes de dichos puestos de trabajo.

4.2.2 Escuela de Ingeniería Civil.

	OFICINA	PROMEDIO CO ₂ OFICINA	PROMEDIO HUMEDAD R.	PROMEDIO TEMP.
CIVIL	BECA TRABAJO	587,50	60,10	17,96
	MARIA BARREIRO	659,21	65,94	21,24
	DIRECTOR	667,93	65,89	20,60
	SECRETARIA	646,00	66,47	21,14
	PROF. MESTAS	753,43	65,03	16,47

Tabla 17: Promedios de Variables Físicas y Químicas para las oficinas de La Escuela de Ing.
Civil

4.2.2.1 Concentración de CO₂

De las 5 oficinas que conforman La Escuela de Ingeniería Civil, 3 de ellas presentan valores superiores al límite permisible, sin embargo 2 están en un rango de contaminación leve; y una se encuentra en un nivel de contaminación elevado, esto debe ser un foco de atención para mejora.

4.2.2.2 Humedad Relativa

4 de las oficinas se encuentran por encima del límite permisible, pero dichos valores presentan unas pocas decimas de diferencia con respecto al límite, por lo cual no es motivo de preocupación.

4.2.2.3 Temperatura

Las 5 oficinas se encuentran dentro de los límites permisibles para un ambiente de confort.

4.2.3 Escuela de Ingeniería Informática

	OFICINA	PROMEDIO CO ₂ OFICINA	PROMEDIO HUMEDAD R.	PROMEDIO TEMP.
Informática	SECRETARIA	680,64	62,01	15,01
	PROF. CASTELLANOS	735,07	68,00	16,96
	DIRECTOR	746,64	64,46	18,99
	PROF. CASNOVA	777,36	65,66	19,80
	PROF. BARRETO	758,43	68,50	15,43
	PROF. CARDOSO	689,93	66,43	16,90

Tabla 18: Promedios de Variables Físicas y Químicas para las oficinas de La Escuela de Ing. Informática

4.2.3.1 Concentración de CO₂

La totalidad de las oficinas presentan valores superiores a los límites permisibles para una calidad de aire. De ellos 2 están en un rango leve, y 4 están muy por encima del máximo. Esta oficina sin duda presenta una condición de aire viciado que se traduce en malestar generalizado para los ocupantes.

4.2.3.2 Humedad Relativa

De las 6 oficinas, 4 de ellas presentan un leve aumento de los niveles normales permisibles de esta variable para espacios cerrados de oficinas, cuya fuente de aire proviene de Sistemas de Ventilación y Aire Acondicionado.

4.2.3.3 Temperatura

Las 6 oficinas se encuentran dentro de los límites permisibles para un ambiente de confort.

4.2.4 Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones

	OFICINA	PROMEDIO CO ₂ OFICINA	PROMEDI O HUMEDAD R.	PROMEDI O TEMP.
Telecomunicaciones	SECRETARIA	636,64	65,44	14,04
	MAYRA NARVAEZ	583,86	59,23	15,53
	PROF. J. GREGORIO	663,71	68,56	18,56

Tabla 19: Promedios de Variables Físicas y Químicas para las oficinas de La Escuela de Ing. En Telecomunicaciones

4.2.4.1 Concentración de CO₂

Esta oficina presenta una condición de aire desde el punto de vista de concentración de CO₂, bastante aceptables, ya que la única oficina que sobrepasa el límite máximo, lo hace de forma leve, y no representa un foco de atención.

4.2.4.2 Humedad Relativa

2 oficinas internas de las 3 estudiadas, presentan valores considerablemente mayores al límite permisible. Esto podría causar a largo plazo cierto discomfort en los ocupantes.

4.2.4.3 Temperatura

Solo una de las oficinas internas presenta temperatura por debajo del límite permisible. Estos valores tan bajos, pueden causar desagrado a los ocupantes.

4.2.5 Escuela de Ingeniería Industrial

	OFICINA	PROMEDIO CO ₂ OFICINA	PROMEDIO HUMEDAD R.	PROMEDIO TEMP.
Industrial	SECRETARIA	688,50	63,54	18,53
	SALA	645,14	66,26	18,39
	C.EMPREENDEDORES	606,64	62,67	17,69
	DIRECTOR	706,71	60,91	20,51
	LUISANA	733,43	62,47	16,23
	PROF. CASAÑAS	701,57	61,70	18,39
	PROF. GASPARIN	651,36	68,10	18,81

Tabla 20: Promedios de Variables Físicas y Químicas para las oficinas de La Escuela de Ing. Industrial



4.2.5.1 Concentración de CO₂

5 oficinas están presentando valores superiores a los permisibles para esta variable. De estas se tienen 3 en condición crítica, ya que el valor es superior a 700 ppm. Esta situación podría traer como consecuencia a largo plazo, trastornos de salud en los ocupantes.

4.2.5.2 Humedad Relativa

2 presentan valores considerablemente mayores al límite permisible. Esto podría estar causando cierto discomfort en los ocupantes, tras periodos prolongados de exposición.

4.2.5.3 Temperatura

Las 7 oficinas se encuentran dentro de los límites permisibles para un ambiente de confort.

4.3 CALCULO DE RECAMBIOS DE VOLUMEN DE AIRE EN LAS OFICINAS.

Utilizando los valores de Velocidad de aire y caudal de las tablas de valores de parámetros Físicos y Químicos del aire, así como de la medición del espacio físico del interior de las oficinas (Volumen) y el área de salida del aire a través de los ductos (Rejillas); se construirán las tablas que se muestran a continuación, donde se refleja el flujo de aire a través de las oficinas (Recambios).

En este caso se mostrara cual es el valor para la variable recambio para cada una de las oficinas internas que conforman cada una de Las Escuelas de Ingeniería, así como La Facultad de Ingeniería.

Las tablas serán mostradas de manera secuencial, es decir, de manera seguidas; para posteriormente hacer el análisis correspondiente para cada una de Las Escuelas y La Facultad. En este caso, las oficinas internas se tomaran como subconjuntos

	Oficina	Area (m2)	Velocidad (m/s)	Volumen (m3)	Caudal (m3/s)	Recambios / hora	Recambios/hora aire fresco (20%)
Facultad	Secretaria Decano	8,15	3,29	21,19	0,30	50,24	10.048
	Decano	23,18	3,40	60,27	0,31	18,28	3.656
	Oficina de Enlace	16,21	3,81	42,15	0,34	29,32	5.864
	Padre Rios	6,35	3,70	16,51	0,33	72,61	14.522
	Helen	14,36	3,77	37,34	0,34	32,73	7.546
	Sala de Profesores	51,50	3,27	133,90	0,29	7,92	1.584
	Dayana	9,32	1,77	24,23	0,16	23,69	4.738
	Ciencias Basicas	15,78	2,17	41,03	0,20	17,15	3.43
	Elvira	6,88	1,79	17,89	0,16	32,34	6.468
	Casa de muñecas	9,22	2,96	23,97	0,27	39,97	7.994
	Prof. Escolar	12,25	3,37	31,85	0,30	34,30	6.86

Tabla 21: Recambios por Hora para La Facultad de Ingeniería

	Oficina	Area (m2)	Velocidad (m/s)	Volumen (m3)	Caudal (m3/s)	Recambios/ hora	Recambios/hora aire fresco (20%)
Civil	Beca Trabajo	11,45	2,16	29,77	0,19	23,48	4.696
	Maria Barreiro	14,41	2,24	37,47	0,20	19,40	3.88
	Director	17,41	2,24	45,27	0,20	16,05	3.21
	Secretaria	10,17	2,86	26,44	0,26	35,01	7.002
	Prof. Mestas	8,80	1,66	22,88	0,15	23,47	4.694

Tabla 22: Recambios por Hora para La Escuela de Ing. Civil

	Oficina	Area (m2)	Velocidad (m/s)	Volumen (m3)	Caudal (m3/s)	Recambios/ hora	Recambios/hora aire fresco (20%)
Informática	Secretaría	6,32	1,59	16,43	0,14	31,27	6.254
	Prof. Castellanos	18,59	2,36	48,33	0,21	15,80	3.16
	Director	12,38	2,07	32,19	0,19	20,85	4.17
	Prof. Casnova	8,56	1,49	22,26	0,13	21,63	4.326
	Prof. Barreto	10,11	2,76	26,29	0,25	33,98	6.796
	Prof. Cardoso	6,59	2,23	17,13	0,20	42,14	8.428

Tabla 23: Recambios por Hora para La Escuela de Ing. Informática

	Oficina	Area (m2)	Velocidad (m/s)	Volumen (m3)	Caudal (m3/s)	Recambios/ hora	Recambios/hora aire fresco (20%)
Telecomunicaciones	Secretaría	13,16	5,87	34,22	0,53	55,60	11.12
	Mayra Narvaez	19,43	6,00	50,52	0,54	38,48	7.696
	Prof. Jose Gregorio	15,46	4,17	40,20	0,38	33,62	6.724

Tabla 24: Recambios por Hora para La Escuela de Ing. En Telecomunicaciones

	Oficina	Area (m2)	Velocidad (m/s)	Volumen (m3)	Caudal (m3/s)	Recambios/ hora	Recambios/hora aire fresco (20%)
Industrial	Secretaría	13,21	2,70	34,35	0,24	25,47	5.094
	Sala	8,06	2,64	20,96	0,24	40,86	8.136
	C. Emprendedores	13,83	2,76	35,96	0,25	24,84	4.968
	Director	15,46	3,66	40,20	0,33	29,48	5.896
	Luisana	9,45	2,17	24,57	0,20	28,63	5.726
	Prof. Casañas	12,86	2,23	33,44	0,20	21,60	4.32
	Prof. Gasparin	19,84	3,07	51,58	0,28	19,29	3.858

Tabla 25: Recambios por Hora para La Escuela de Ing. Industrial

Según La Norma Venezolana COVENIN 2250:2000, para ventilación de lugares de trabajo, el número mínimo de recambios de aire fresco por hora requerido para una oficina privada, es de 10.

Dicho porcentaje de Aire Fresco según la *American Institute of Architects Academy of Architecture for Health (AIAAAH)*, es el 20% del total de Aire que sale por los ductos de ventilación, por lo que a los recambios obtenidos se le calculó dicho porcentaje.

En las tablas observadas anteriormente se tiene que de las 32 oficinas estudiadas, únicamente 3 de ellas presentan valores de recambio de aire fresco, superiores a 10. Las Escuelas de Ingeniería Civil, Informática e Industrial, no



presentan ni una oficina con valores normales, mientras que La Facultad y La Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones tienen 2 y 1 oficinas con valores normales respectivamente.

4.4 REALIZACIÓN DE PRUEBAS EN LAS SALIDAS DE LOS SVAC QUE PERMITAN DETERMINAR LA PRESENCIA DE AGENTES MICROBIOLÓGICOS.

La estimación de la concentración de biopartículas utilizando la formula de Parker y Reist, permite a partir del número de unidades formadoras de colonias captadas por efecto de la gravedad sobre una placa de petri, estimar la concentración de las UFC por centímetro cúbico de biopartículas (hongos y bacterias).

Esta ecuación tiene debilidades ya que no toma en cuenta las características ambientales del sitio o lugar en donde se realizó el muestreo, y así asume que las partículas se depositan en las placas a la misma velocidad dependiendo de su tamaño.

A continuación se presenta los resultados obtenidos del muestreo realizado en cada una de las oficinas a estudiar. Es necesario acotar que el muestreo fue realizado durante la tercera semana de Septiembre, cuando existía una concurrencia importante de personas por ser época de entrega de notas de las asignaturas dictadas durante el verano. Igualmente, la asistencia de los trabajadores de las oficinas durante este periodo fue completa, respetando los horarios de trabajo.

4.4.1 Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la Oficina de La Facultad de Ingeniería.

4.4.1.1 Conteo de UFC de Bacterias

Oficina	Placas	Hongos	Bacterias	UFC
Facultad	1N	0	3	3
	2N	0	1	1
	3N	0	0	0
	4N	0	0	0
	5N	0	0	0
	6N	0	1	1
	7N	0	2	2
	8N	0	0	0
	9N	0	1	1
	10N	0	3	3
	11N	0	0	0
	TOTAL	0	11	11

Tabla 26: Conteo de Bacterias para La Facultad de Ingeniería

4.4.1.2 Conteo de UFC de Hongos

Oficina	Placas	Hongos	Bacterias	UFC
Facultad	1S	2	0	2
	2S	0	0	0
	3S	0	0	0
	4S	1	0	1
	5S	0	0	0
	6S	1	0	1
	7S	2	0	2
	8S	0	0	0
	9S	0	0	0
	10S	0	0	0
	11S	0	0	0
	TOTAL	6	0	6

Tabla 27: Conteo de Hongos para La Facultad de Ingeniería



A continuación se presenta un cálculo modelo, siguiendo todos los pasos de la Ecuación de Parker y Reist, el cual va ser aplicado para las demás oficinas:

Bacterias

$$P = 11 / ((\pi \times 10^2 \text{ cm}^2) / 4) \times 600 \text{ seg.}) = 2,334 \times 10^{-4} \text{ UFC/cm}^2 \times \text{seg.}$$

$$C = (2,334 \times 10^{-4} \text{ UFC/cm}^2 \times \text{seg.}) / 0,304 \text{ cm/ seg.}$$

$$C = (7,679 \times 10^{-4} \text{ UFC / cm}^3) \times (1.000.000 \text{ cm}^3) / 1\text{m}^3 = \mathbf{767,851 \text{ UFC / m}^3}$$

Hongos

$$P = 6 / ((\pi \times 10^2 \text{ cm}^2) / 4) \times 600 \text{ seg.}) = 1,273 \times 10^{-4} \text{ UFC/cm}^2 \times \text{seg.}$$

$$C = (1,273 \times 10^{-4} \text{ UFC/cm}^2 \times \text{seg.}) / 0,304 \text{ cm/ seg.}$$

$$C = (4,188 \times 10^{-4} \text{ UFC / cm}^3) \times (1.000.000 \text{ cm}^3) / 1\text{m}^3 = \mathbf{418,828 \text{ UFC / m}^3}$$

Oficina	Total de Colonias de Bacterias a las 24 Horas (UFC/m3)	Total de Colonias de Hongos a las 96 Horas (UFC/m3)
Facultad de Ingenieria	767,851 UFC/m3	418,828 UFC/m3

Tabla 28: Resultados para Hongos y Bacterias en La Facultad de Ingeniería

4.4.2 Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la Oficina de La Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones.

4.4.2.1 Conteo de UFC de Bacterias

Oficina	Placas	Hongos	Bacterias	UFC
Telecomunicaciones	12N	0	0	0
	13N	0	0	0
	14N	0	1	1
	TOTAL	0	1	1

Tabla 29: Conteo de Bacterias para La Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones

4.4.2.2 Conteo de UFC de Hongos

Oficina	Placas	Hongos	Bacterias	UFC
Telecomunicaciones	12S	1	0	1
	13S	0	0	0
	14S	1	0	1
	TOTAL	2	0	2

Tabla 30: Conteo de Hongos para La Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones

Oficina	Total de Colonias de Bacterias a las 24 Horas (UFC/m3)	Total de Colonias de Hongos a las 96 Horas (UFC/m3)
Ingeniería de Telecomunicaciones	69,805 UFC/m3	139,609 UFC/m3

Tabla 31: Resultados para Hongos y Bacterias en La Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones

4.4.3 Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la Oficina de La Escuela de Ingeniería Industrial.

4.4.3.1 Conteo de UFC de Bacterias

Oficina	Placas	Hongos	Bacterias	UFC
Industrial	15N	0	4	4
	16N	0	1	1
	17N	0	0	0
	18N	0	1	1
	19N	0	3	3
	20N	0	0	0
	21N	0	0	0
	TOTAL	0	9	9

Tabla 32: Conteo de Bacterias para La Escuela de Ingeniería Industrial

4.4.3.2 Conteo de UFC de Hongos

Oficina	Placas	Hongos	Bacterias	UFC
Industrial	15S	2	0	2
	16S	1	0	1
	17S	1	0	1
	18S	1	0	1
	19S	2	0	2
	20S	0	0	0
	21S	0	0	0
	TOTAL	7	0	7

Tabla 33: Conteo de Hongos para La Escuela de Ingeniería Industrial

Oficina	Total de Colonias de Bacterias a las 24 Horas (UFC/m ³)	Total de Colonias de Hongos a las 96 Horas (UFC/m ³)
Ingeniería Industrial	628,242 UFC/m³	488,632 UFC/m³

Tabla 34: Resultados para Hongos y Bacterias en La Escuela de Ingeniería Industrial

4.4.4 Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la Oficina de La Escuela de Ingeniería Informática.

4.4.4.1 Conteo de UFC de Bacterias

Oficina	Placas	Hongos	Bacterias	UFC
Informática	22N	0	0	0
	23N	0	0	0
	24N	0	1	1
	25N	0	2	2
	26N	0	5	5
	TOTAL	0	8	8

Tabla 35: Conteo de Bacterias para La Escuela de Ingeniería Informática

4.4.4.2 Conteo de UFC de Hongos

Oficina	Placas	Hongos	Bacterias	UFC
Informática	22S	0	0	0
	23S	2	0	2
	24S	0	0	0
	25S	3	0	3
	26S	1	0	1
	TOTAL	6	0	6

Tabla 36: Conteo de Hongos para La Escuela de Ingeniería Informática

Oficina	Total de Colonias de Bacterias a las 24 Horas (UFC/m3)	Total de Colonias de Hongos a las 96 Horas (UFC/m3)
Ingeniería Informática	558,437 UFC/m3	418,828 UFC/m3

Tabla 37: Resultados para Hongos y Bacterias en La Escuela de Ingeniería Informática

4.4.5 Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la Oficina de La Escuela de Ingeniería Civil.

4.4.5.1 Conteo de UFC de Bacterias

Oficina	Placas	Hongos	Bacterias	UFC
Civil	27N	0	1	1
	28N	0	3	3
	29N	0	0	0
	30N	0	1	1
	31N	0	0	0
	TOTAL	0	5	5

Tabla 38: Conteo de Bacterias para La Escuela de Ingeniería Civil

4.4.5.2 Conteo de UFC de Hongos

Oficina	Placas	Hongos	Bacterias	UFC
Civil	27S	0	0	0
	28S	0	0	0
	29S	0	0	0
	30S	1	0	1
	31S	0	0	0
	TOTAL	1	0	1

Tabla 39: Conteo de Hongos para La Escuela de Ingeniería Civil

Oficina	Total de Colonias de Bacterias a las 24 Horas (UFC/m3)	Total de Colonias de Hongos a las 96 Horas (UFC/m3)
Ingenieria Civil	349,023 UFC/m3	69,805 UFC/m3

Tabla 40: Resultados para Hongos y Bacterias en La Escuela de Ingeniería Civil

Tomando en cuenta los valores adecuados para ambientes cerrados según la IAQA, específicamente los parámetros biológicos (Hongos y Bacterias), los cuales



son de 300 UFC/m³ y 500 UFC/m³ máximo respectivamente. Se pueden hacer las siguientes observaciones:

- *Facultad de Ingeniería*: Los valores hallados para la concentración de Hongos (418,828 UFC/m³) y Bacterias (767,851 UFC/m³), exceden el límite máximo permisible por la IAQA 01-2000.
- *Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones*: Los valores hallados para la concentración de Hongos (139,609 UFC/m³) y Bacterias (69,805 UFC/m³), se encuentran por abajo del límite máximo permisible por la IAQA 01-2000.
- *Escuela de Ingeniería Industrial*: Los valores hallados para la concentración de Hongos (488,632 UFC/m³) y Bacterias (628,242 UFC/m³), exceden el límite máximo permisible por la IAQA 01-2000.
- *Escuela de Ingeniería Informática*: Los valores hallados para la concentración de Hongos (418,828 UFC/m³) y Bacterias (558,437 UFC/m³), exceden el límite máximo permisible por la IAQA 01-2000.
- *Escuela de Ingeniería Civil*: Los valores hallados para la concentración de Hongos (69,805 UFC/m³) y Bacterias (349,023 UFC/m³), se encuentran por abajo del límite máximo permisible por la IAQA 01-2000.



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se presentan los principales hallazgos que se destacaron a lo largo de la investigación, así como los aspectos más resaltantes que permitan dar con la fuente causante de los problemas.

Igualmente se identificaran las oportunidades de mejora, para permitir un ambiente de confort y bienestar entre los ocupantes de las oficinas. Esto se hará a través de los resultados obtenidos después de la aplicación de los distintos procedimientos que fueron adaptados para cumplir con los objetivos de este trabajo especial de grado.

5.1 CONCLUSIONES

- Validando el proceso de encuestas realizado a los trabajadores, se puede observar que únicamente 3 ocupantes de los 32 encuestados, presentan síntomas o signos que caracterizan al Síndrome de Edificio Enfermo.
- Partiendo de la definición de Edificio Enfermo, que reza que al haber un 20% o más de los ocupantes de oficinas con los síntomas que caracterizan a un edificio enfermo, se puede decir que en esta investigación no existe dicha condición; ya que arrojó la media de síntomas por ocupantes de los 5 recintos estudiados arrojó un valor de 11,64%.
- Los 3 ocupantes con síntomas relacionados con el Síndrome de Edificio Enfermo, se podrían identificar como casos aislados. Igualmente no se descarta llevar un seguimiento a estas situaciones, dado que, el problema podría estar relacionado con el entorno o puesto de trabajo.
- *Concentración de CO₂*: De las 5 oficinas estudiadas, las que presentan mayor concentración de CO₂ son las Escuelas de Ingeniería Industrial e Ingeniería

Informática. Los Valores observados en ellas sobrepasan por mucho en su gran mayoría el límite máximo permisible para garantizar una Calidad de aire interior.

- Tras indagaciones sobre estos casos se puede decir que estos casos particulares se deben a la antigüedad de estas oficinas, las cuales fueron concebidas para un determinado número de ocupantes, y con el pasar del tiempo se han hecho modificaciones en aumentar la capacidad de los ocupantes, dejando a un lado el tema de la ventilación y la alimentación del aire interno con aire fresco.
- *Humedad Relativa:* En promedio se puede observar que la mayoría de las oficinas presentan una Humedad Relativa superior a un 65%. Si bien esto no es perceptible rápidamente por los ocupantes, podría causar a largo plazo la proliferación de enfermedades.
- *Temperatura:* En líneas generales se observó que este parámetro no presenta mayores complicaciones, ya que a excepción de La Facultad de Ingeniería, la cual presenta en la mayoría de sus oficinas Temperaturas por debajo del límite permisible; las demás se encuentran dentro de los parámetros normales de la ASHRAE.
- *Recambios de Volumen:* Tras el análisis de esta variable, se puede decir que los SVAA están funcionando correctamente en cuanto a suministro de aire, pero la entrada de aire fresco al sistema es sumamente deficiente, ya que más del 90% de las oficinas presentan un suministro de aire fresco menor al 20% del total del aire suministrado. Los ocupantes sometidos a esta condición podrían presentar a futuro, síntomas relacionados con el Síndrome de Edificio Enfermo.
- Tras realizado el proceso de análisis de los parámetros microbiológicos, se tienen los siguientes hallazgos: De las 5 oficinas estudiadas, 3 de ellas presentan contaminación por agentes microbiológicos, tanto de Hongos como de Bacterias. Estas oficinas específicamente son las de La Facultad de

Ingeniería (767,851 UFC de Bacterias y 418,828 UFC de Hongos), La Escuela de Ingeniería Industrial (628,242 UFC de Bacterias y 488,632 UFC de Hongos) y La Escuela de Ingeniería Informática (558,437 UFC de Bacterias y 418,82 UFC de Hongos).

- El comportamiento de este parámetro es similar al de la concentración de CO₂, por lo que se puede decir que esto se debe a la antigüedad de estas oficinas, así como de la incorrecta distribución del espacio interno de estas oficinas.

5.2 RECOMENDACIONES

- Una manera de atacar el problema relacionado con la Concentración de CO₂ en estas oficinas, sería la de una reestructuración del espacio físico de cada uno de los recintos internos, para ello debe ser tomado en cuenta la circulación de aire, de manera que el aire viciado abandone las oficinas. Otra posible solución sería un correcto mantenimiento de las Umas de manera de garantizar la libre circulación por las tomas de aire fresco de las mismas.
- Para solucionar el problema de la Humedad en las oficinas, se recomienda llevar a cabo rutinas continuas de mantenimiento para los Sistemas de Ventilación y Aire Acondicionado, específicamente de los deshumidificadores. Incluso se puede evaluar la contratación de empresas del ramo para hacer recomendaciones detalladas.
- En el caso de La Facultad de Ingeniería, el problema de La Temperatura, se podría solucionar, capacitando al personal que labora allí, sobre el correcto uso de los controles de los Sistemas de Ventilación y Aire Acondicionado, específicamente los termostatos.
- Como solución al problema con respecto a los recambios de aire fresco por hora observado, el equipo de trabajo recomienda hacer una evaluación exhaustiva de la condición en que se encuentran las Umas y las entradas de



aire fresco al sistema; así como un estudio profundo de la demografía de las oficinas y la relación con los requerimientos individuales de aire fresco por persona.

- Las recomendaciones propuestas para el caso de los microorganismos son: Al igual que en el caso de la concentración de CO₂, hacer una redistribución del espacio físico para mejorar la circulación de aire fresco y así evitar la proliferación de agentes microbiológicos. Y buscar asesoría de empresas relacionadas y capacitadas del ramo, para hacer una evaluación exhaustiva del estado en el que se encuentra la Ductería encargada de transportar el aire hacia el interior de las oficinas



BIBLIOGRAFIA

FUENTES ESCRITAS

- Álvarez, A (2009). Evaluación de Riesgos Biológicos en La Biblioteca “Jesús M. Alfaro Zamora”. Trabajo presentado a la Lic. Yuraima Córdoba.
- Indoor Air Quality Association, INC (IAQA). Quick Reference Guide to IAQA 01-2000. Recommended Guidelines for Indoor Environment. Rockville, EEUU.
- Méndez E., Gustavo y García V., Ricardo. (2001). Diagnostico de La Calidad del Aire Interior, desde el punto de vista de Seguridad Ocupacional, en un Edificio de una Organización de Alimentos y Bebidas de Consumo Masivo. Trabajo presentado a La Escuela de Ingeniería Industrial de La Universidad Católica Andrés Bello.
- Dittmar, D., Ruiz de A. Miren B. (2008). Estudio Ergonómico para Mejorar el Ambiente, los Puestos y las Condiciones de trabajo del Personal de una Planta que Fabrica Dispositivos Electrónicos y Sistemas Eléctricos en el Área Metropolitana de Caracas. Trabajo presentado a La Escuela de ingeniería Industrial de La Universidad Católica Andrés Bello.
- Norma Venezolana Covenin. 2250:2000. Ventilación de Los Lugares de Trabajo.
- Testo Portable Measuring Instrument Instruments (2001). Testo Catalog Product. Lenzkirch Germany.
- Carrier Air Conditioning Company. (1965). Handbook of Air conditioning System Design. Mc. Graw Hill Books New York.
- Tricomi E. (1986). ABC del Aire Acondicionado. Marcombo.
- US Environmental Protection Agency (EPA). (1991) National Institute for Occupation Safety and Health (NIOSH). Building Air Quality.



- Hernández G., Eduardo. (1984). Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración. Editorial Limusa.
- TLVS and Beis. (2005). Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices. Acgih Worldwide.

FUENTES ELECTRONICAS

- NTP 243 Ambientes cerrados calidad del aire.
http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_243.htm
- NTP 299 Método para el recuento de bacterias y hongos en aire.
http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_299.htm
- NTP 608 Agentes biológicos planificación de la medición.
http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_608.htm
- NTP 609 Agentes biológicos equipos de muestreo.
http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_609.htm
- NTP 290 El Síndrome del Edificio Enfermo: Cuestionario para su detección.
http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_290.htm



INDICE DE ANEXOS

Contenido	Pagina
ANEXO # 1: NTP 290.....	1
ANEXO # 2: Encuesta Aplicada a Los Trabajadores.....	12
ANEXO # 3: Leyenda de Encuesta.....	115
ANEXO # 4: Resultados de La Encuesta	116
ANEXO # 5: Formula de Parker y Reist.....	117
ANEXO # 6: Formato para registro de parametros Fisicos y Quimicos.....	118
ANEXO # 7: Norma COVENIN 2250:2000.....	119
ANEXO # 8: Recomendated Guidelines For Indoor Environments (IAQA).....	20
ANEXO # 9: Manual del Mini Hidro-Anemometro	21
ANEXO # 10: Planos de el edificio donde se encuentran las oficinas estudiadas.....	22
ANEXO # 11 : Articulo de El Universal: “Los Edificios Enfermos”.	23



ANEXO # 1: NTP 290

NTP 290 El síndrome del edificio enfermo cuestionario para su detección

Maladie des grands ensembles: questionnaire-type
The Sick Building Syndrome: questionnaire for its detection

Análisis de la vigencia

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones	
Válida			
ANÁLISIS			
Criterios legales		Criterios técnicos	
Derogados:	Vigentes:	Desfasados:	Operativos: Si

Redactores:

M^a Dolores Solé Gómez
Especialista en Medicina del Trabajo
Joaquín Pérez Nicolás
Diplomado en Enfermería
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Objetivos

La presente Nota Técnica tiene como objetivo proponer un modelo de cuestionario, preparado y utilizado por el Grupo de trabajo sobre el Síndrome del Edificio Enfermo del Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, y cuya finalidad es recoger la información necesaria sobre las quejas planteadas por los ocupantes del Edificio Patógeno buscando la definición precisa de las mismas, así como su magnitud y distribución. El análisis de los datos así obtenidos permitirá decidir la estrategia de actuación posterior.

Introducción

En los países industrializados, mucha gente pasa gran parte del día en espacios cerrados. No es de extrañar, por tanto, que se espere un ambiente confortable durante el trabajo, el tiempo de ocio o en el hogar.

Durante los años setenta, aparecieron algunas publicaciones que hacían referencia a una mayor incidencia de quejas por cefaleas, irritación de mucosas y sensación de fatiga entre trabajadores de grandes edificios de oficinas. Posteriormente, ya en la década de los ochenta, se observó que este problema era más frecuente en edificios herméticos y con sistemas centralizados de control de la ventilación/aire acondicionado.

La incidencia real del problema es desconocida, pero la OMS estima que afecta al 30% de los edificios modernos y que causa molestias al 10-30% de sus ocupantes.

Los síntomas que han sido comunicados en diferentes estudios sobre el tema y que conforman el síndrome son principalmente:

- Irritación de ojos, nariz y garganta.
- Sequedad de piel y mucosas.
- Eritema cutáneo.
- Fatiga mental, somnolencia.
- Cefáleas, vértigos.
- Mayor incidencia de infecciones de vías respiratorias altas.
- Dificultad respiratoria, jadeo, roncus, sibilancias, cuadros asma-like.
- Disfonía, tos.
- Alteraciones del gusto y del olfato.
- Náuseas.

Algunos de estos síntomas se comportan de forma característica, aumentando a lo largo de la jornada laboral y remitiendo o mejorando al abandonar el trabajo, desapareciendo incluso durante las vacaciones.

Los factores más comúnmente citados como responsables del síndrome que nos ocupa son:

- **Agentes químicos:** entre ellos formaldehído, compuestos orgánicos volátiles, polvo, fibras, dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, ozono...
- **Agentes biológicos:** bacterias, hongos, esporas, toxinas, ácaros.
- **Agentes físicos:** iluminación, ruido, vibraciones, ambiente térmico, humedad relativa, ventilación.
- **Agentes psicosociales:** organización del trabajo, promoción, relaciones interpersonales, control de las condiciones ambientales...

En algunas ocasiones el responsable del malestar de los ocupantes del edificio es único y, por ende, fácilmente detectable, mientras que en otras, el origen multicausal del mismo hace difícil su detección.

Metodología de evaluación

La complejidad del tema y el interés creciente que el mismo suscita llevó a un grupo de Técnicos del CNCT, ya desde 1987, a buscar una forma de sistematizar todas las actuaciones relacionadas con el estudio del Síndrome del Edificio Enfermo (SEE), derivando dicho trabajo, entre otras acciones, en un procedimiento de investigación estructurado en cuatro fases:

- Una evaluación previa tendente a obtener la máxima información sobre:
 - o El edificio (su edad, los materiales empleados, las obras y/o remodelaciones realizadas...).
 - o Los ocupantes (su número, su distribución en el edificio...).
 - o Los materiales y equipos de trabajo (naturaleza y ubicación).
 - o El sistema de ventilación/climatización (los datos técnicos, las características de funcionamiento, de mantenimiento...).
- La aplicación de encuestas, buscando la definición precisa de las quejas planteadas, de su magnitud y distribución, así como de todos los factores de riesgo ya mencionados.
- La evaluación de los diferentes factores de riesgo, adaptado a la información recogida en las fases anteriores.
- La valoración global del problema, a la luz de los datos obtenidos y en la que se incluyen las posibles soluciones al mismo.

El desarrollo de la investigación empieza pues con la obtención de una serie de datos generales sobre el edificio y los ocupantes que nos van a permitir decidir una estrategia de aplicación de encuestas cuyo objetivo es la identificación de la sintomatología propia del Síndrome del Edificio Enfermo, en caso de que exista, o el rechazo de la ocurrencia del mismo.

Cuestionario de síntomas

El inicio de un problema relacionado con el SEE suele ser la aparición de quejas de difícil explicación en un sector o en la totalidad de los ocupantes del edificio. El primer paso será, pues, definir tanto en calidad como en cantidad dichas quejas mediante un sistema de recogida de información que en nuestro grupo se decidió fuera un cuestionario autoaplicable, de carácter anónimo.

En dicho cuestionario se recogen todas aquellas variables que nos ayudarán a concretar tanto las características del entorno de trabajo como los posibles síntomas.



N° CUESTIONARIO	FECHA
EMPRESA	

1. Departamento 2. Planta 3. Edad años 4. Estudios realizados <table border="0"><tr><td>ninguno/Primarios sin acabar</td><td> </td></tr><tr><td>estudios primarios/Graduado escolar</td><td> </td></tr><tr><td>bachillerato/BUP/COU</td><td> </td></tr><tr><td>formación Profesional</td><td> </td></tr><tr><td>estudios medios</td><td> </td></tr><tr><td>estudios superiores</td><td> </td></tr></table> 5. Sexo <table border="0"><tr><td>hombre</td><td> </td></tr><tr><td>mujer</td><td> </td></tr></table> 6. ¿Cuál es su categoría profesional en la empresa? <table border="0"><tr><td>peones, obreros, especialistas</td><td> </td></tr><tr><td>oficiales cualificados</td><td> </td></tr><tr><td>subalternos</td><td> </td></tr><tr><td>aux. Admvos</td><td> </td></tr><tr><td>oficial Admvos</td><td> </td></tr><tr><td>cuadros Medios</td><td> </td></tr><tr><td>cuadros superiores</td><td> </td></tr></table> 7. Antigüedad en el puesto <table border="0"><tr><td>años</td><td> </td></tr><tr><td>meses</td><td> </td></tr></table> 8. ¿Cuánto tiempo hace que trabaja en este edificio? <table border="0"><tr><td>años</td><td> </td></tr><tr><td>meses</td><td> </td></tr></table> 9. ¿Cuánto tiempo hace que trabaja en el mismo local? <table border="0"><tr><td>años</td><td> </td></tr><tr><td>meses</td><td> </td></tr></table> 10. ¿Qué días de la semana trabaja Vd? <table border="0"><tr><td>lun </td><td>ju </td><td>do </td></tr><tr><td>ma </td><td>vi </td><td></td></tr><tr><td>mi </td><td>sa </td><td></td></tr></table>	ninguno/Primarios sin acabar		estudios primarios/Graduado escolar		bachillerato/BUP/COU		formación Profesional		estudios medios		estudios superiores		hombre		mujer		peones, obreros, especialistas		oficiales cualificados		subalternos		aux. Admvos		oficial Admvos		cuadros Medios		cuadros superiores		años		meses		años		meses		años		meses		lun	ju	do	ma	vi		mi	sa		11. ¿Cuántas horas trabaja al día? 12. ¿Fuma Vd. en su puesto de trabajo? <table border="0"><tr><td>sí</td><td> </td></tr><tr><td>no</td><td> </td></tr></table> 13. Si no es Vd. fumador ¿considera que el humo del tabaco de los demás, perjudica su salud? <table border="0"><tr><td>sí</td><td> </td></tr><tr><td>no</td><td> </td></tr></table> 14. Trabaja Vd. en: <table border="0"><tr><td>oficina cerrada</td><td> </td></tr><tr><td>en un recinto separado por mamparas</td><td> </td></tr><tr><td>en un área abierta con otras personas</td><td> </td></tr></table> 15. ¿Se sienta Vd. a menos de 5 m de la ventana? <table border="0"><tr><td>sí</td><td> </td></tr><tr><td>no</td><td> </td></tr></table> 16. Puedo(n) abrirse la(s) ventana(s) <table border="0"><tr><td>sí</td><td> </td></tr><tr><td>no</td><td> </td></tr></table> 17. En un radio aproximado a 10 m de su puesto de trabajo existe alguna: <table border="0"><tr><td>máquina de escribir</td><td> </td></tr><tr><td>fotocopiadora</td><td> </td></tr><tr><td>pantalla de ordenador</td><td> </td></tr><tr><td>impresora</td><td> </td></tr><tr><td>teletipo o fax</td><td> </td></tr><tr><td>franqueadora</td><td> </td></tr><tr><td>otras. Especificar</td><td> </td></tr></table> A continuación encontrará una serie de preguntas sobre el lugar donde transcurre la mayor parte de su Jornada de Trabajo. Conteste sinceramente a todas las preguntas, considerando únicamente las cuestiones que le afecten directamente.	sí		no		sí		no		oficina cerrada		en un recinto separado por mamparas		en un área abierta con otras personas		sí		no		sí		no		máquina de escribir		fotocopiadora		pantalla de ordenador		impresora		teletipo o fax		franqueadora		otras. Especificar	
ninguno/Primarios sin acabar																																																																																								
estudios primarios/Graduado escolar																																																																																								
bachillerato/BUP/COU																																																																																								
formación Profesional																																																																																								
estudios medios																																																																																								
estudios superiores																																																																																								
hombre																																																																																								
mujer																																																																																								
peones, obreros, especialistas																																																																																								
oficiales cualificados																																																																																								
subalternos																																																																																								
aux. Admvos																																																																																								
oficial Admvos																																																																																								
cuadros Medios																																																																																								
cuadros superiores																																																																																								
años																																																																																								
meses																																																																																								
años																																																																																								
meses																																																																																								
años																																																																																								
meses																																																																																								
lun	ju	do																																																																																						
ma	vi																																																																																							
mi	sa																																																																																							
sí																																																																																								
no																																																																																								
sí																																																																																								
no																																																																																								
oficina cerrada																																																																																								
en un recinto separado por mamparas																																																																																								
en un área abierta con otras personas																																																																																								
sí																																																																																								
no																																																																																								
sí																																																																																								
no																																																																																								
máquina de escribir																																																																																								
fotocopiadora																																																																																								
pantalla de ordenador																																																																																								
impresora																																																																																								
teletipo o fax																																																																																								
franqueadora																																																																																								
otras. Especificar																																																																																								



18. Hay ruido que procede de:

- el sistema de ventilación 1
- los equipos de oficina 2
- la calle, el exterior 3
- conversaciones 4
- otros (especificar) 5
- no hay ruido 6

19. En relación a la ventilación:

- hay corrientes de aire 1
- falta de ventilación / estancamiento del aire 2
- otros (especificar) 3
- no hay problemas 4

20. La temperatura/humedad produce:

- demasiado calor 1
- demasiado frío 2
- demasiada humedad 3
- demasiada sequedad 4
- otros (especificar) 5
- no crea problemas 6

21. Se perciben olores de:

- comida 1
- humo del tabaco 2
- corporales 3
- otros olores (especificar) 4
- no se perciben olores 5

22. La iluminación:

- es demasiado intensa 1
- es escasa 2
- produce deslumbramientos 3
- se producen parpadeos de la luz 4
- otros (especificar) 5
- es correcta 6

23. En el área de trabajo le molesta:

- la decoración 1
- la compartimentación 2
- la moqueta en suelo y/o paredes 3
- la falta de limpieza 4
- otros (especificar) 5
- no le molestan estos aspectos 6

24. Otros aspectos que le afecten:

- aislamiento 1
- falta de intimidad 2

- vistas 3
- perturbaciones / distracciones 4
- sentimiento de encierro 5
- otros (especificar) 6
- ninguno 7

Las siguientes preguntas se refieren a aspectos de la organización del trabajo.

Conteste sinceramente a todas las preguntas, considerando únicamente las cuestiones que le afecten directamente.

25. En general, el nivel de atención que debe mantener para realizar su trabajo es:

- alto 1
- medio 2
- bajo 3

26. En los últimos tres meses la cantidad de trabajo que ha tenido, generalmente:

- no ha sido suficiente para estar ocupado/a 1
- ha sido suficiente 2
- ha sido excesiva 3

27. El ritmo de trabajo está determinado por:

- el ritmo de una máquina o cadena 1
- el ritmo de otros compañeros 2
- causas externas (público, clientes...) 3
- objetivos que hay que alcanzar, primas 4
- no hay un ritmo prefijado 5

28. El ritmo de trabajo:

- obliga a trabajar demasiado deprisa 1
- es normal 2
- se podrían hacer más cosas 3

29. ¿Cuál de estas frases refleja mejor lo que Vd. hace en su puesto de trabajo?

- repito las mismas tareas y hago siempre lo mismo 1
- hago siempre lo mismo con ligeras variantes 2
- el trabajo es variado 3
- el trabajo es muy variado 4

30. Cuando en su puesto de trabajo se comete algún error

- generalmente pasa desapercibido 1
- puede provocar problemas menores y entorpecer el trabajo 2
- puede producir consecuencias graves para el desarrollo del trabajo o sobre las personas .. 3



31. ¿Está contento con su horario habitual?		
sí	1	
no	2	
no sabe	3	
32. El número y duración de las pausas durante la jornada laboral, ¿son suficientes?		
sí	1	
no	2	
no sabe	3	
33. Sus responsabilidades son:		
insuficientes	1	
normales	2	
excesivas	3	
34. ¿Tiene Vd. más responsabilidades de las que quisiera en relación al bienestar o seguridad de los demás?		
sí	1	
no	2	
no sabe	3	
35. ¿Considera que tiene que realizar tareas que no le corresponden?		
a menudo	1	
a veces	2	
nunca	3	
36. ¿Hasta qué punto puede tomar parte en decisiones que le afectan?		
siempre	1	
algunas veces	2	
nunca	3	
37. ¿Cómo considera que son las relaciones con las personas con las que debe trabajar?		
	Buenas Regular Malas	
jefes		
compañeros		
subordinados (si tiene)		
38. ¿A cuántos cursos ha asistido Vd. en los dos últimos años? (especificar)		
Nº de cursos		
39. Desde que trabaja en esta empresa, ¿le parece suficiente la formación que le han proporcionado para desempeñar su trabajo?		
sí	1	
no	2	
no sabe	3	
40. En esta empresa ¿hay algún procedimiento establecido para regular la promoción del personal?		
sí, pero sólo en algunos puestos	1	
no	2	
no sabe	3	
41. En caso afirmativo ¿le parece adecuado?		
sí	1	
no	2	
no sabe	3	
42. ¿Cómo es su contrato de trabajo en esta empresa?		
Fijo continuo	1	
discontinuo	2	
Eventual prácticas	3	
formación	4	
temporal	5	
por contrato	6	
43. En general ¿cómo cree que está considerado su puesto de trabajo en esta empresa?		
muy poco importante	1	
poco importante	2	
importante	3	
de los más importantes	4	
44. Para desempeñar su puesto de trabajo se requiere:		
ningún conocimiento especial, sólo práctica en el puesto	1	
saber leer y escribir	2	
formación profesional	3	
formación media	4	
formación superior	5	
45. Su trabajo ¿le ofrece la oportunidad de aplicar sus conocimientos o capacidades?		
totalmente	1	
bastante	2	
muy poco	3	
nada	4	
46. ¿Existe algún obstáculo que dificulte la comunicación con sus compañeros?		
sí	1	
no	2	
no sabe	3	



47. En caso afirmativo ¿cuál de los siguientes aspectos dificultan esta comunicación? (marcar más de una respuesta si es necesario)

- | | |
|--|---|
| las normas de la empresa | 1 |
| el inmediato superior | 2 |
| no poder desviar la atención del trabajo | 3 |
| el ritmo de trabajo | 4 |
| estar aislado | 5 |
| Otras causas. Especificar | 6 |

48. El control del trabajo por parte de jefatura, le parece:

- | | |
|--------------------|---|
| insuficiente | 1 |
| adecuado | 2 |
| excesivo | 3 |

Las siguientes preguntas se refieren a ciertos síntomas que Vd. puede haber experimentado durante su trabajo. Por favor, anote solamente aquellos que considere relacionados con el edificio en el que trabaja. Por ejemplo, si normalmente Vd. sufre unos cuantos resfriados al año no ha de marcar los síntomas correspondientes, pero si, desde que trabaja en el edificio, ha observado que su frecuencia ha aumentado, entonces sí debe señalarlos.

¿En el último mes, ha experimentado alguno de los síntomas que se expresan a continuación y que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

49. Síntomas oculares:

- | | |
|------------------------|---|
| entorpecimiento | 1 |
| escorzor / picor | 2 |
| sequedad | 3 |
| lagrimeo | 4 |
| hinchazón | 5 |
| visión borrosa | 6 |
| otros | 6 |

50. Utilización lentes de contacto:

- | | |
|-------------------------------|---|
| en caso afirmativo, presenta: | |
| molestias | 1 |
| depósitos / película | 2 |
| otros | 3 |

51. Síntomas nasales

- | | |
|------------------------|---|
| hemorragia nasal | 1 |
| congestión nasal | 2 |
| sequedad nasal | 3 |

- | | |
|------------------------------------|---|
| rinitis (goteo nasal) | 5 |
| estornudos seguidos (+ de 3) | 6 |
| otros | 6 |

52. Síntomas de garganta:

- | | |
|----------------|---|
| sequedad | 1 |
| picor | 2 |
| dolor | 3 |
| otros | 4 |

53. Trastornos respiratorios:

- | | |
|--------------------------------|---|
| dificultad para respirar | 1 |
| tos | 2 |
| dolor en el pecho | 3 |
| otros | 4 |

54. Síntomas bucales:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| sabores extraños | 1 |
| sequedad / sensación de sed | 2 |
| otros | 3 |

55. Trastornos cutáneos:

- | | |
|------------------------|---|
| sequedad de piel | 1 |
| erupciones | 2 |
| escamas | 3 |
| picor | 4 |
| otros | 5 |

56. Trastornos digestivos:

- | | |
|-----------------------|---|
| mala digestión | 1 |
| náuseas | 2 |
| vómitos | 3 |
| diarrea | 4 |
| estreñimiento | 5 |
| dolor/pinchazos | 6 |
| otros | 7 |

57. Síntomas dolorosos

- | | |
|-------------------------|---|
| de espalda | 1 |
| musculares | 2 |
| de articulaciones | 3 |
| otros | 4 |

58. Síntomas parecidos a la gripe:

- | | |
|-------------------|---|
| fiebre | 1 |
| escalofríos | 2 |
| debilidad | 3 |
| otros | 4 |

59. Síntomas de tensión:	NO	SI		60. Trastornos generales:	NO	SI	
ansiedad	☐	☐	1	apatía	☐	☐	1
irritabilidad	☐	☐	2	debilidad	☐	☐	2
insomnio	☐	☐	3	mareo	☐	☐	3
agotamiento	☐	☐	4	dificultad de concentración	☐	☐	4
depresión	☐	☐	5	dolor de cabeza	☐	☐	5
sensación de pánico	☐	☐	6	ataque de ansiedad	☐	☐	6
otros	☐	☐	7	menstruación irregular	☐	☐	7

OBSERVACIONES:
Si tiene algo que añadir, le rogamos utilice este espacio

.....
.....
.....
.....

Secuencia de actuación

La actuación, en lo concerniente a la recogida de información mediante el cuestionario de síntomas, sería como sigue:

- Determinación del número (n) de cuestionarios a rellenar
 - o Para plantillas inferiores a 50 trabajadores ($N \leq 150$) se pasa el cuestionario a todos los ocupantes.
 - o Para plantillas superiores ($N > 150$) se extrae una muestra representativa mediante muestreo al azar, teniendo en cuenta lo siguiente:
 - Prevalencia (frecuencia de síntomas) mínima requerida para determinar la existencia de un SEE: $p = 0.20$.
 - Nivel de confianza escogido: 95% ($z = 1.96$).
 - Error máximo de precisión permitido en la estimación de la muestra: $d = 0.5$.

Con estos datos el tamaño (n) de la muestra se calcula mediante la fórmula:

$$n = \frac{S}{1 + \frac{S}{N}}$$

Donde:

$$S = \frac{z^2 p(1-p)}{d^2}$$

En aquellos edificios donde hay varias plantas se efectuará un muestreo porcentual a partir del número n calculado.

- Del listado de la plantilla, se extraerán los sujetos que van a contestar al cuestionario (teniendo prevista la substitución en caso de no respuesta) mediante la utilización de los números aleatorios.

El motivo de que los que contesten el cuestionario **no sean voluntarios** es evidente: la inquietud por responder puede ser debida a su condición de «afectado» o «enfermo», con lo que incurriríamos en un sesgo de selección, aumentando de forma artificial la prevalencia de los síntomas.

- Se aplicará el cuestionario a todos los integrantes de nuestra muestra, en el mismo día, evitando que los participantes discutan las respuestas y manteniendo su anonimato.
- El paso siguiente es naturalmente la descriptiva de las respuestas en relación a las condiciones de trabajo y a los síntomas y su ubicación en el plano del edificio estudiado.

De la relación entre ambos obtendremos, con mayor o menor precisión:

- o Por un lado el diagnóstico de SEE (prevalencia de síntomas > 0.20).
- o Por otro, el tipo y la localización de las quejas.

Las fases subsiguientes vendrán condicionadas por dichos resultados así como de la información general recogida en la primera fase ya mencionada, surgiendo de los mismos la línea de trabajo a seguir para la evaluación de los factores de riesgo.

Cada caso requerirá de actuaciones específicas en la medición de contaminantes químicos, biológicos y físicos e incluso pudiera ser necesario una nueva intervención sobre subgrupos específicos de los ocupantes del edificio mediante nuevas encuestas o reconocimientos médicos.

Conclusiones

En resumen, en base al conocimiento actual, parece improbable que el problema del SEE pueda ser erradicado a corto plazo. Por ello es preciso avanzar en el conocimiento del mismo mediante amplios estudios controlados que permitan objetivar la posible relación entre los síntomas referidos y las condiciones ambientales.

En el terreno de la Salud Laboral, nos planteamos el control inicial de este problema a través de protocolos uniformes para la identificación de la sintomatología propia del SEE, así como de la vigilancia estrecha de los trabajadores a riesgo.



Bibliografía

- (1) BISHOP, VL.; AUSTER, DE.; VOGEL, RH.
The Sick Building Syndrome. What it is and How to prevent it
Nat. Safety Health News, December 1985
- (2) BURGE, S.; HEDGE, A.; WILSON, S. et al.
Sick building syndrome: a study of 4373 office workers
Ann. Occup. Hyg. 1987, 31:493-504
- (3) FAUST, HS.; BRILLIANT, L. B.
Is the diagnosis of «Mass Hysteria» an excuse for incomplete investigation of low-level environmental contamination?
J. Occup. Med., 1981; 23:22-26
- (4) FINNEGAN, MES.; PICKERING, CAC.; BURGE, PS.
The sick building syndrome: prevalence studies
Br. Med. J. 1984; 389:1573-1575
- (5) GREEN, GH.
The health implications of level of indoor air humidity
Indoor Air Vol. II, Swedish Council for Building Research, 1984
- (6) GUIDOTTI, TL.; ALEXANDER, RW.; FEDORUK, MJ.
Epidemiological features that may distinguish between building associated illness outbreaks due to chemical exposure or psychogenic origin
JOM, 1987, 29(2):148-150
- (7) GUIRGUIS, S.; RAJHANS, G.; LEONG, D.; WONG, L.
A simplified questionnaire to obtain useful data for Investigating Sick Building Complaints
Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 1991; 52(8): A-434-A-437
- (8) JONES, W.
Sick Building Syndrome
Appl. Occup. Environ. Hyg, 1990; 5(2):74-83
- (9) MOLHAVE, L.; BACH, R.; PEDERSON, OF.
Human reactions to low concentration of volatile organic compounds
Environ. Inter., 1986;12:167-175
- (10) NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH)
Guidance for Indoor Air Quality Investigations
Cincinnati. Ohio. Hazards Evaluation and Technical Assistance Branch. Division of Surveillance Hazard Evaluation and Field Studies, NIOSH, 1987
- (11) PARAT, S.; PERDRIX, A.; GRILLOT, R.; CROIZE, J.
Prévention des risques dus a la climatisation. Stratégie d'intervention
Arch. mal. prof, 1990, 51 (1), 27-35
- (12) ROBERTSON, AS.; BURGE, PS.; HEDGE, A. et al.
Comparison of health problems related to work and environmental



measurements in two office buildings with different ventilation systems
Br. J. Ind. Med. 1985;291:373-376

(13) SKOV, P.; VALBJORN, O.
Danish Indoor climate study group. The sick building syndrome in the office environment: The Danish town hall study
Environ. Int. 1987; 13:339-349

(14) STELLMAN, MJ.
Air Quality and Ergonomics in the Office: Survey Results and Methodologic Issues

Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 1985; 46(5): 286-293

(15) WHORTON, MD.; LARSON, SR.; GORDON, NJ.; MORGAN, RW.
Investigation and work-up of tight building syndrome
JOM 1987, 29:142-147

(16) WORLD HEALTH ORGANISATION. REGIONAL OFFICE FOR EUROPE
Indoor air pollutants: exposure and health effects: Report on a WHO meeting
Norlinger 8-11 June 1982, ISBN 92 890 12447



ANEXO # 2: Encuesta Aplicada a Los Trabajadores

Facultad de Ingeniería _____	Escuela de Ingeniería Informática _____
Escuela de Ingeniería Civil _____	Escuela de Ingeniería Telecomunicaciones _____
Escuela de Ingeniería Industrial _____	

1 Cargo: _____

2 Edad años: _____

3 Genero

Hombre _____

Mujer _____

4 ¿Cuanto tiempo hace que trabajo en esta oficina, en este puesto?

Años _____

Meses _____

5 ¿Qué días de la semana trabajo UD.?

6 ¿Cuántas horas trabaja al día?

7 ¿Fuma Ud. en su puesto de trabajo?

Si _____

No _____

8 Trabaja Ud. en:

Oficina cerrada _____

En un recinto separado por mamparas _____

En un área abierta con otras personas _____

9 ¿Se sienta Ud. a menos de 5m de la ventana?

Si _____

No _____

10 Puede(n) abrirse la(s) ventana(s)

Si _____

No _____

11 En un radio aproximado a 10m de su puesto de trabajo existe alguna: (múltiples opciones)

Máquina de escribir _____

Fotocopiadora _____

Computadora _____

Equipos de laboratorio _____

Teletipo o fax _____

12 En relación a la ventilación/aire acondicionado

Hay corrientes de aire _____

Falta de ventilación/estancamiento del aire _____

Otros (especificar): _____

No hay problemas _____

13 La temperatura / humedad produce: la sensación de: (múltiples opciones)

Demasiado calor _____

Demasiado frío _____

Demasiada humedad _____

Demasiada sequedad _____

Otros (especificar): _____

No crea problemas _____

14 Se perciben olores de: (múltiples opciones)

Comida _____

Humo del tabaco _____

Corporales _____

Otros olores _____

No se perciben olores _____

¿En el último mes, ha experimentado alguno de los síntomas que se expresan a continuación y que considere relacionados con el edificio en el que trabaja? (puede seleccionar más de una opción por categoría)

15 Síntomas oculares:

Enrojecimiento _____

Escozor / picor _____

Sequedad _____ Lagrimeo _____



Hinchazón _____

Visión borrosa _____

Ninguno _____

16 Síntomas nasales:

Hemorragia nasal _____

Congestión nasal _____

Sequedad nasal _____

Rinitis (goteo nasal) _____

Estornudos seguidos _____

Otros: _____

Ninguno _____

17 Síntomas de garganta:

Sequedad _____

Picor _____

Dolor _____

Otros: _____

18 Trastornos respiratorios

Dificultad para respirar _____

Tos _____

Dolor de pecho _____

Otros: _____

Ninguno _____

19 Síntomas bucales:

Sabores extraños _____

Sequedad / sensación de sed _____

Otros: _____

Ninguno _____

20 Síntomas cutáneos:

Sequedad de piel _____

Erupciones _____

Escamas _____

Picor _____

Otros: _____

Ninguno _____

21 Trastornos digestivos:

Mala digestión _____

Nauseas _____

Vomito _____

Diarrea _____

Estreñimiento

Dolor / pinchazos _____

Otros: _____

Ninguno _____

22 Síntomas dolorosos

De espalda _____

Musculares _____

Otros: _____

Ninguno _____

23 Síntomas parecidos a la gripa

Fiebre _____

Escalofríos _____

Debilidad _____

Otros: _____

Ninguno _____

24 Síntomas de tensión:

Ansiedad _____

Irritabilidad _____

Insomnio _____

Agotamiento _____

Depresión _____

Sensación de pánico _____

Otros: _____

Ninguno _____

25 Trastornos generales:

Apatía _____

Debilidad _____

Mareo _____

Dificultad de concentración _____

Dolor de cabeza _____

Falta de energía _____

Menstruación irregular _____

Otros: _____

Ninguno _____

26 Conoce la normatividad que debe cumplirse en su zona de trabajo respecto a:

Temperatura _____



Anexo # 3: Leyenda de Encuesta

	Síntomas oculares (A)	Síntomas nasales (B)	Síntomas de garganta (C)	Trastornos respiratorios (D)
1	Enrojecimiento	Hemorragia nasal	Sequedad	Dificultad para respirar
2	Escozor / picor	Congestión nasal	Picor	Tos
3	Sequedad	Sequedad nasal	Dolor	Dolor de pecho
4	Lagrimo	Rinitis (goteo nasal)	Otros	Otros
5	Hinchazón	Estornudos seguidos		Ninguno
6	Visión borrosa	Otros		
7	Ninguno	Ninguno		
	Síntomas bucales (E)	Síntomas cutáneos (F)	Trastornos digestivos (G)	Síntomas dolorosos (H)
1	Sabores extraños	Sequedad de piel	Mala digestión	De espalda
2	Sequedad / sensación de sed	Erupciones	Nauseas	Musculares
3	Otros	Escamas	Vomito	Otros
4	Ninguno	Picor	Diarrea	Ninguno
5		Otros	Estreñimiento	
6		Ninguno	Dolor / pinchazos	
7			Otros:	
8			Ninguno	
9				
	Síntomas parecidos a la gripa (I)	Síntomas de tensión (J)	Trastornos generales (K)	
1	Fiebre	Ansiedad	Apatía	
2	Escalofríos	Irritabilidad	Debilidad	
3	Debilidad	Insomnio	Mareo	
4	Otros	Agotamiento	Dificultad de concentración	
5	Ninguno	Depresión	Dolor de cabeza	
6		Sensación de pánico	Falta de energía	
7		Otros	Menstruación irregular	
8		Ninguno	Otros	
9			Ninguno	



ANEXO # 4: Resultados de La Encuesta

	A						B						C			D				E			F					G						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7
FACULTAD DE INGENIERIA																																		
COORDINADOR CIENCIAS BASICAS	X		X																															
DECANO																																		
PROFESOR		X									X			X																				
SECRETARIA									X					X					X		X													
PROFESOR																																		
PROFESOR		X		X							X											X												
RECEPCIONISTA	X													X																				
OFICINISTA																																		
AUX. DE OFICINA									X																					X				X
COORDINADORA DE CALCULO I	X	X	X								X	X		X			X	X		X		X		X		X								
ING. INDUSTRIAL																																		
PROFESOR										X											X													
COORDINADOR RELACIONES CIDI																																		
COORDINADOR PASANTIAS																																		
SECRETARIA										X					X				X		X													
BECA TRABAJO										X																								
CONSULTOR JUNIOR					X				X							X	X				X						X							
PROFESOR ASISTENTE	X								X					X	X			X		X														
BECA TRABAJO									X							X	X		X		X													
ING. INFORMATICA																																		
COORDINADOR		X	X						X			X																						
PROFESOR						X					X																							
TECNICO	X								X		X	X				X																		
DOCENTE						X		X	X			X																			X	X		
ING. CIVIL																																		
SECRETARIA									X												X													
DIRECTOR																																		
PROFESOR	X								X			X			X	X																		
PROFESOR												X																						
BECA TRABAJO		X				X		X	X	X						X					X											X		
ING. TELECOMUNICACIONES																																		
PROFESOR				X		X					X			X				X			X													
SECRETARIA									X																									
PROF. TIEMPO COMPLETO				X																														
BECA TRABAJO	X										X			X																				
PROFESOR ASISTENTE			X	X		X			X	X			X									X												

	H			I				J							K								# Sintomas	Porcentaje (%)
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8		
FACULTAD DE INGENIERIA																								
COORDINADOR CIENCIAS BASICAS																							2	3,57
DECANO																							0	0
PROFESOR																							3	5,35
SECRETARIA	X											X							X				7	12,5
PROFESOR																							0	0
PROFESOR																							4	7,14
RECEPCIONISTA		X			X														X				5	8,93
OFICINISTA																							1	1,79
AUX. DE OFICINA	X																						4	7,14
COORDINADORA DE CALCULO I	X	X			X			X		X									X				17	30,36
ING. INDUSTRIAL																								
PROFESOR		X																	X				4	7,14
COORDINADOR RELACIONES CIDI																							3	5,35
COORDINADOR PASANTIAS																							0	0
SECRETARIA	X			X								X											7	12,5
BECA TRABAJO												X											3	5,35
CONSULTOR JUNIOR		X			X							X			X								10	17,85
PROFESOR ASISTENTE								X	X	X	X							X	X	X			11	19,64
BECA TRABAJO					X		X	X	X	X								X	X	X			10	17,85
ING. INFORMATICA																								
COORDINADOR											X								X				6	10,71
PROFESOR																			X				3	5,35
TECNICO						X																	6	10,71
DOCENTE	X				X	X	X	X	X							X	X	X	X	X			19	33,93
ING. CIVIL																								
SECRETARIA	X	X									X								X				6	10,71
DIRECTOR																							0	0
PROFESOR	X				X													X			X		9	16,07
PROFESOR	X				X	X	X	X															5	8,93
BECA TRABAJO	X				X	X	X	X	X	X									X				16	28,57
ING. TELECOMUNICACIONES																								
PROFESOR	X																						7	12,5
SECRETARIA																							1	1,79
PROF. TIEMPO COMPLETO		X																X	X				4	7,14
BECA TRABAJO	X	X			X				X	X								X	X	X			11	19,64
PROFESOR ASISTENTE					X				X										X				10	17,85
Promedio																								11,64



ANEXO # 5: Formula de Parker y Reist

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
POSTGRADO DE HIGIENE OCUPACIONAL
MÓDULO: EVALUACIÓN DE RIESGOS BIOLÓGICOS (BIOAEROSOL)S
PROFESORA: YURAIMA CÓRDOVA DE COLELLA

ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE BIOPARTÍCULAS UTILIZANDO LA FÓRMULA DE PARKER Y REIST , EJEMPLO DE CÁLCULO:

$$P = \frac{UFC}{(\pi D^2/4) \times T}, \text{ DONDE}$$

P= BIOPARTÍCULAS CAPTADAS (UFC/cm² x seg.)
D= DIÁMETRO DE LA PLACA (cm)
T= TIEMPO DE EXPOSICIÓN DE LA PLACA (seg)

$$C = \frac{P}{V_f},$$

C= CONCENTRACIÓN (UFC/cm³)
V_f= VELOCIDAD FINAL DE SEDIMENTACIÓN
PARA UNA PARTÍCULA DE DIÁMETRO
IGUAL A 10 μm, CONSIDERADA COMO
0,304 cm/seg.

EJEMPLO:

TOTAL DE COLONIAS DE HONGOS (168 H) = 150 UFC

T= 10 min = 600 seg.

$$P = 150 \text{ UFC} / (\pi 10^2 / 4) \times 600$$

$$P = 3,185 \times 10^{-3} \text{ UFC/cm}^2 \times \text{seg}$$

$$C = \frac{3,185 \times 10^{-3} \text{ UFC/cm}^2 \times \text{seg}}{0,304 \text{ cm/seg}}$$

$$C = 10,476 \times 10^{-3} \text{ UFC/cm}^3$$

$$C = 10.477 \text{ UFC/m}^3$$

U. C. V.
DPTO. SANITARIA
LABORATORIO DE BIOLOGIA SANITARIA



ANEXO # 6: Formato para registro de parametros Fisicos y Quimicos.

ESQUELA	ORCINA	CO2 (ppm)			HUMEDAD relativa	TEMP.	VELOCIDAD AIRE	CAUDAL		
		Muestra1	Muestra2	Promedio						



ANEXO # 7: Norma COVENIN 2250:2000

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
2250:2000**

**VENTILACIÓN DE LOS
LUGARES DE TRABAJO**

(1^{ra} Revisión)





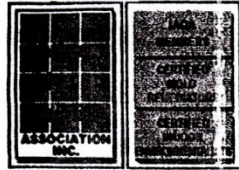
ANEXO # 8: Recomend Guidelines For Indoor Environments (IAQA)

IAQA Guidelines

Página 1 de 2

Welcome to the Indoor Air Quality Association

U.C.A.B.
LABORATORIO DE BIOLOGIA



IAQA GUIDELINES

IAQA has consolidated the many different standards, guidelines, reports and study recommendations regarding indoor air quality into one useful document: IAQA 01-2000, *Recommended Guidelines for Indoor Environments*. The handy 12-page reference tool boils down the key indoor air recommendations and requirements of organizations like ASHRAE, WHO, EPA, Health and Welfare Canada, several U.S. states and prestigious academic institutions. Shown below is the "Quick Reference Guide" to the main points covered in detail within IAQA 01-2000. Order the IAQA 01-2000 *Recommended Guidelines for Indoor Environments* by clicking here.

CIE CERTIFICATION

- COURSE INFO
- COURSE OUTLINE
- CANDIDATES GUIDE
- COURSE LOCATIONS

CMR CERTIFICATION

- COURSE INFO
- CANDIDATES GUIDE
- APPLICATION FORM

GENERAL INFORMATION

- SEARCH SITE
- ABOUT IAQA
- JOIN IAQA
- OFFICERS/DIRECTORS
- EVENTS CALENDAR
- MOLD RESOURCES
- SUBMIT ARTICLES
- GUEST BOOK
- PHOTO GALLERY
- IAQ INDUSTRY LINKS
- MEMBER INFORMATION
- MEMBER LOGIN
- MEMBER DISCIPLINES
- MEMBERSHIP APPLICATION

CONTACT INFORMATION

Indoor Air Quality Association,
Inc.
12339 Carroll Avenue
Rockville, MD 20852

Phone: (301) 231-8388
Fax: (301) 231-8321
E-mail: iaqa@aol.com

Quick Reference Guide to IAQA 01-2000 Recommended Guidelines for Indoor Environments

IAQA 01 Section#	Parameter	Limit/Range	References
Physical Parameters			
1.1	Temperature	Summer 73-79 F; Winter 68-74.5 F	ASHRAE 55
1.2	Relative Humidity	30%-65%	Florida Dept. Man. Ser.
1.3	Air Movement	0.8 ft/s or 0.25 m/s	WHO
2.0	Ventilation (Carbon Dioxide)	650 over ambient	ASHRAE 62
3.0	Filtration	25%-30% Dust Spot Efficiency	ASHRAE 52.1
4.0	Pressurization	1-5 Pascals &/or + Press	Florida Solar Energy Center; Lstiburek
5.1	Respirable Particulate	50 mg/m ³	State of California, Air Resources Board
5.2	Particulate in Cleaned HVAC Systems	1.0 mg/100 cm ²	NADCA 1992-01

Chemical Parameters			
6.1	Carbon Monoxide	9 ppm	EPA - National Ambient Air Quality Standard
6.2	Radon	4 picoCuries/liter	EPA
6.3	Ozone	0.05 ppm	WHO
7.1	Total Volatile Organic Compounds	3 mg/m ³ (0.64 ppm)	Molhave, 1990
7.2	Formaldehyde	0.06 mg/m ³ (0.05 ppm)	Health & Welfare Canada

Biological Parameters			
	Fungal Bioaerosols	300 CFU/m ³ total; 50 CFU/m ³	Robertson,

<http://www.iaqa.org/guidelines.htm>

22/01/2004

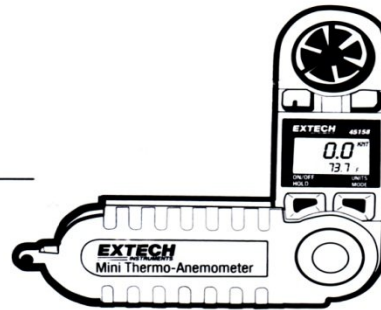
ANEXO # 9: Manual del Mini Hidro-Anemometro

EXTECH
INSTRUMENTS

Modelo 45158 Mini Hidro Termo-Anemómetro

Introducción

Felicitaciones por su compra del Anemómetro Modelo 45158 de Extech. La pantalla doble indica velocidad del aire y humedad, punto de rocío, temperatura ambiente, o temperatura con factor de enfriamiento del viento. El uso cuidadoso de este medidor le proveerá muchos años de servicio confiable.



Especificaciones

Especificaciones de escala

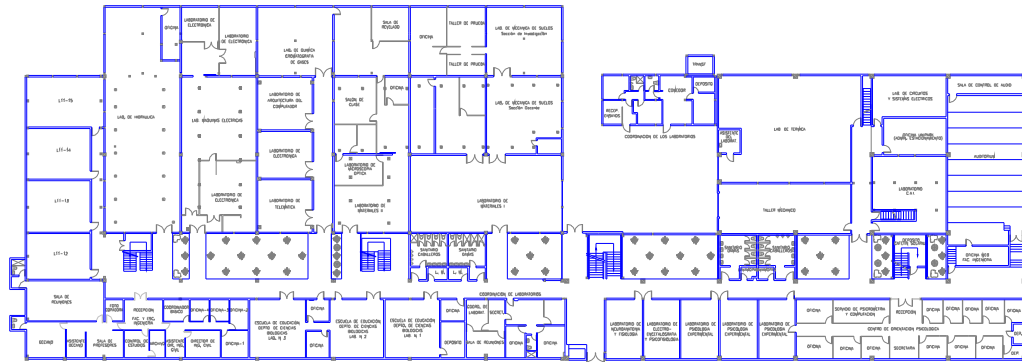
Medida	Escala	Resolución	Precisión(de lectura)
MPH (millas por hora)	1.1 a 62.5 MPH	0.2 MPH	± (3% + 0.4 mph)
km/hr (kilómetros por hora)	1.8 a 100.6 km/h	0.7 km/h	± (3% + 1.4 km/hr)
Nudos (millas náuticas por hora)	1.0 a 54.3 nudos	0.3 nudos	± (3% + 0.6 nudos)
m/seg (metros por segundo)	0.5 a 28 m/s	0.1 m/s	± (3% + 0.2 m/s)
ft/min (pies por minuto)	100 a 5500 ft/min	20ft/min	± (3% + 40 ft/min)
Número de Beaufort	1 a 17 BF	1 BF	± 1
Temperatura	-18 a 50°C (0 a 122°F)	0.1°F/C	± 1°C (± 1.8°F)
Humedad relativa	10 a 95%	1%	± 5% RH
Punto de rocío	0 a 50 °C (32 a 122°F)	0.1°F/C	±2°C (3.6°F)

Especificaciones Generales

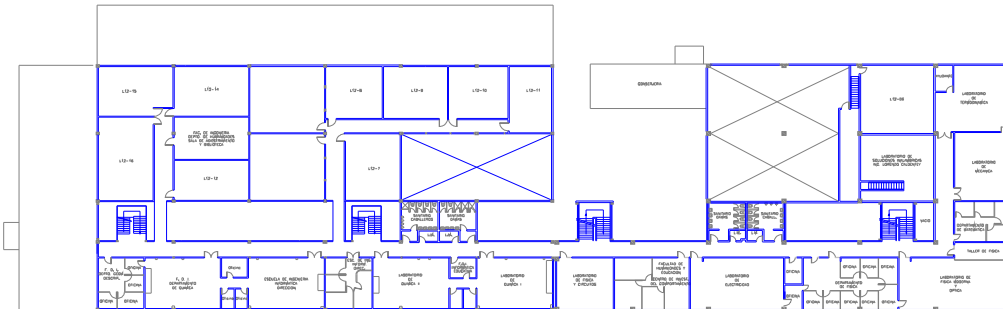
Indicador	LCD doble con dígitos de 3 1/2 con indicadores de batería débil y multifunción
Sensores	Rodamiento de zafiro, veleta resistente a la corrosión para velocidad del aire; Termistor de precisión para medición de temperatura
Modo promedio	Opción de promediar 5 ó 10 lecturas (2 segundos predeterminado en fábrica)
Indicadores de máximos y retención de datos	Máx recupera las lecturas más altas: Retención de datos congela la pantalla
Tiempo de muestreo	1 lectura por segundo para velocidad del aire y temperatura (1 lectura cada 15 segundos para humedad con actualización cada 2 segundos)
Resistente al agua	Hasta 1m (3')
Condiciones de operación	-15 a 50°C (5 a 122°F) / < 80% RH
Alimentación de energía	Batería de litio (CR-2032 o equivalente) / 400 horas vida de la batería
Dimensiones / Peso	Instrumento 133 x 70 x 19mm (5.25 x 2.75 x 0.75") Veleta: 24mm (1") diámetro / 95 g (3 oz).

ANEXO # 10: Planos de el edificio donde se encuentran las oficinas estudiadas.

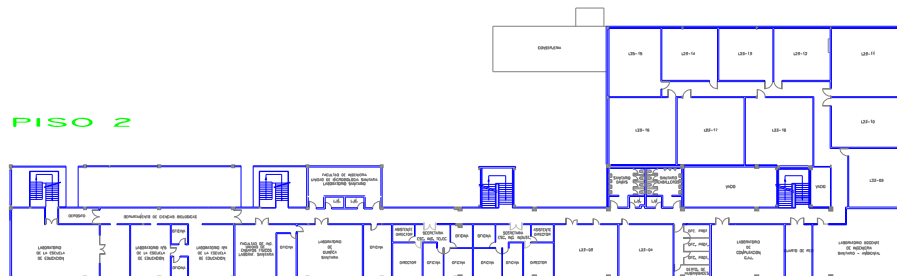
PLANTA BAJA



PISO I



PISO 2





ANEXO # 11 : Artículo de El Universal: “Los Edificios Enfermos”.

Silvia Ojanguren
Vida

18 de noviembre de 2008

Los edificios enfermos

La salud se encuentra amenazada por miles de bacterias, virus y otras cosas, e incluso puede ser víctima de construcciones insanas

El pensar que se trabaja en un edificio enfermo, puede llevar a creer que ese mal se refiere a sus estructuras o incluso a su deterioro por el tiempo; ambas cosas son probables. Pero hay algo más, se trata de cuestiones que flotan en el ambiente o se esconden en los rincones, lugares insalubres de las oficinas, y son una amenaza para el bienestar de la gente.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha hecho estudios que dejan ver que 30% de las oficinas del mundo están “enfermas”. Lo cual quiere decir que sus condiciones permiten el desarrollo de problemas de salud de quienes trabajan en ella.

Corrientes amenazantes

Los expertos en asuntos laborales dicen que los empleados de empresas que se instalan en edificios con mala salud tienen mala calidad del aire y recomiendan que se coloquen en ellos revitalizadores para combatir la contaminación por bacterias, virus y otros agentes en espacios cerrados o con ventilación deficiente.

La situación es universal, México no escapa a la amenaza de las construcciones; la prevalencia de este fenómeno es alarmante, según nos cuenta Erick Díaz, especialista en Medicina del Trabajo del Hospital Manuel Gea González.

Oficinas y hogares “enfermos” se cuentan por miles, pueden ser hasta 40% del total.

La principal vía de contagio de enfermedades en el caso de un centro de trabajo es el aire acondicionado, ya que en la mayoría de los casos los sistemas de enfriamiento no cuentan con los filtros adecuados y lo único que hacen es dispersar las bacterias de enfermedades como la gripe (influenza), tuberculosis o la varicela en todo un edificio u hogar, explica.

Así, “si una o dos personas se enferman, el aire acondicionado se encargará de enfermar rápidamente a personas, incluso, de otros pisos”, asegura.



El virus de la gripe, por ejemplo, puede vivir en promedio 60 minutos expuesto al ambiente, aunque en condiciones propicias resiste hasta 24 horas, según revelan investigaciones hechas por el laboratorio de Microbiología del Hospital Juárez. Y duerme en sistemas de aire acondicionado.

Santo remedio

La Organización Mundial de la Salud (OMS) llama al problema el “Síndrome del Edificio Enfermo”, se refiere a las edificaciones donde la mala calidad del aire, hacinamiento y falta de espacios abiertos ocasionan problemas como dolor de cabeza, irritación de ojos, nariz y garganta, fatiga, náuseas, somnolencia, tos seca, piel irritada y asma, inducidas principalmente por contaminación por virus de personas enfermas, ácaros, residuos fecales de aves, mascotas caseras y humo de cigarro.

Anualmente las empresas y el Instituto Mexicano del Seguro Social pagan millones por incapacidades derivadas de enfermedades adquiridas en el trabajo. La Asociación Mexicana de Dirección de Recursos Humanos dice que los padecimientos que provocan más ausentismo son las infecciones respiratorias (gripes, resfriados, amigdalitis y alergias).

Una de las mejores maneras de evitar que las oficinas, salas de juntas, sanitarios o comedores sean espacios propicios para adquirir una enfermedad, es la colocación de revitalizadores de ambiente como el Bretehe Air Revitalizar.

La casa HoMedics dice que se trata de un revolucionario aparato que genera un poderoso torbellino de aire que atrapa 99% de las bacterias, ácaros y virus que flotan en el aire. Filtra además el monóxido de carbono acumulado en lugares cerrados, al tiempo que renueva el aire impregnándolo con aromas de aceites de la aromaterapia antiestrés.

ANEXOS