

**DISEÑO DE UNA METODOLOGIA PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL
AIRE AMBIENTE Y LAS CONDICIONES DE CONFORT EN LOS
RECINTOS DEL COLEGIO EL ROSARIO DE LA CIUDAD DE
BARRANCABERMEJA**

**SANDRA MILENA CUADROS BALLESTEROS
OMAR DANILO FLOREZ MONTESINO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE QUIMICA
BUCARAMANGA
2008**

**DISEÑO DE UNA METODOLOGIA PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL
AIRE AMBIENTE Y LAS CONDICIONES DE CONFORT EN LOS
RECINTOS DEL COLEGIO EL ROSARIO DE LA CIUDAD DE
BARRANCABERMEJA**

**SANDRA MILENA CUADROS BALLESTEROS
OMAR DANILO FLOREZ MONTESINO**

**Trabajo de grado para optar el título de
Especialista en Química Ambiental**

**Director
Profesor: AMILCAR RIZZO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE QUIMICA
BUCARAMANGA
2008**

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres, Fabio Omar y Socorro.

A mis hermanos, Julio Andrés y Fabio Enrique.

A mis compañeros de la especialización.

A mis padres, Luís Martín y Beatriz.

A mis hermanos, Víctor Hugo y Beatriz Helena.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Al profesor Amilcar Rizzo Alvarado, director del trabajo de grado, por su orientación y colaboración en el desarrollo del presente trabajo

Al señor Edgar García Canoas, rector del colegio El Rosario; al personal docente, administrativo, de servicios generales y estudiantes por su colaboración en la adquisición de la información para el desarrollo de la prueba piloto.

A la empresa Proyectos y Servicios por su colaboración en lo relacionado al sistema de aire acondicionado del Colegio El Rosario.

Al Dr. Marcial Enrique Garzón Guzmán y la Dra Liliana Díaz Franco por su colaboración en el análisis microbiológico.

CONTENIDO

GLOSARIO	15
OBJETIVOS.....	17
INTRODUCCION	1
1. MARCO TEORICO	4
1.1 PARÁMETROS DE CONFORT	8
1.1.1 Parámetros Físico-Químicos	8
A. Parámetros Físicos.....	10
B. Parámetros Químicos	13
C. Parámetros Microbiológicos.....	15
1.2 FACTORES DE CONFORT	22
1.2.1 Metabolismo	23
1.2.2 La Ropa	24
1.3 SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO	25
1.3.1 Características del Funcionamiento de un Sistema de Aire Acondicionado	25
1.4 ÁREA DE ESTUDIO	27
1.4.1 Aspectos Climatológicos.....	27
A. Precipitación	28
B. Temperatura	29
C. Humedad Relativa	29
1.4.2 Calidad del Aire	30
2. METODOLOGÍA.....	32
2.1 DESARROLLO DEL PLAN METODOLÓGICO	32
2.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA A TRAVÉS DE UNA PRUEBA PILOTO	34
2.3 FORMATO DE LA METODOLOGÍA.....	34
3. RESULTADOS	36
3.1 INSPECCIÓN GENERAL DEL PLANTEL	36
3.1.1 Utilización del Edificio	36
3.1.2 Datos Históricos del Establecimiento.....	37
3.1.3 Acabados, Decoración y Mobiliario.....	37
3.1.4 Entorno del Plantel.....	38
3.1.5 Mantenimiento de las Instalaciones.....	39
3.1.6 Productos Químicos.....	40

3.2	LÍNEA BASE DE LA CALIDAD DEL AIRE Y EL CONFORT	40
3.2.1	Parámetros Físicos.....	40
A.	Temperatura	41
B.	Iluminación.....	41
C.	Volumen de Aire	42
D.	Fuente de ruido.....	43
3.2.2	Parámetros Físico-Químicos.	44
A.	Olores	44
3.2.3	Parámetros de Salud	48
A.	Ojos	48
B.	Nariz	51
C.	Garganta.....	55
D.	Trastornos Respiratorios.....	58
E.	Trastornos Generales	61
3.3	LÍNEA BASE DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	68
3.3.1	Mantenimiento Preventivo de Sistemas de Aire Acondicionado en General	71
3.3.2	Mantenimiento Correctivo	72
4.	DISCUSIÓN	74
4.1	PARÁMETROS FÍSICOS	74
4.2	PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	76
4.3	PARÁMETROS DE SALUD	76
4.4	SISTEMA DEL AIRE ACONDICIONADO	77
5.	CONCLUSIONES	79
5.1	PARÁMETROS FÍSICOS	79
5.2	PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	79
5.3	PARÁMETROS DE SALUD	80
5.4	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	80
6.	RECOMENDACIONES.....	81
6.1	INSPECCIÓN GENERAL DEL PLANTEL	81
6.2	LÍNEA BASE DE LA CALIDAD DEL AIRE Y CONFORT.....	82
6.3	PARÁMETROS FÍSICOS	82
6.4	PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	83
6.5	PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS.....	83
6.6	PARÁMETROS DE SALUD	83
6.7	LÍNEA BASE DEL SISTEMA DEL AIRE ACONDICIONADO	84
	BIBLIOGRAFÍA	86
	ANEXOS.....	89

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Los contaminantes interiores más comunes y sus fuentes
- Tabla 2. Características de algunos gases contaminantes de interiores.
- Tabla 3. Contaminantes biológicos y enfermedades más comunes en ambientes cerrados
- Tabla 4. Factores de confort
- Tabla 5. Estaciones utilizadas en el análisis climatológico
- Tabla 6. Sitios de muestreo y contaminantes evaluados
- Tabla 7. Resumen de Contaminantes Muestreados en la Estación Colegio El Rosario
- Tabla 8. Parámetros Físicos de Recintos Especiales.
- Tabla 9. Registro de sintomatología de visitas de estudiantes a la enfermería

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Síndrome del edificio enfermo
- Figura 2. Riesgo de aparición de problemas con la humedad relativa ambiente.
- Figura 3. Efectos del Aire Frío
- Figura 4. Funcionamiento de un sistema de aire acondicionado.
- Figura 5. Precipitación estación Aeropuerto Yariguíes.
- Figura 6. Temperaturas promedio anuales mínima y máxima de la estación Aeropuerto Yariguíez
- Figura 7. Vista Externa del Colegio El Rosario.
- Figura 8. Ubicación del colegio dentro de la Gerencia Complejo Barrancabermeja
- Figura 9. Percepción de la temperatura entre los estudiantes
- Figura 10. Percepción de la iluminación entre los estudiantes
- Figura 11. Percepción de la intensidad del aire entre los estudiantes.
- Figura 12. Percepción de las fuentes de ruido entre los estudiantes.
- Figura 13. Percepción del olor a humedad entre los estudiantes
- Figura 14. Percepción del olor a gases vehiculares entre los estudiantes
- Figura 15. Percepción del olor a gasolina entre los estudiantes
- Figura 16. Percepción del olor a polvo entre los estudiantes
- Figura 17. Percepción del olor a podrido entre los estudiantes
- Figura 18. Sintomatología asociada a los ojos en los alumnos de primaria.
- Figura 19. Sintomatología asociada a los ojos en los alumnos de secundaria.
- Figura 20. Sintomatología asociada a la nariz en los alumnos de primaria. A. Nariz tapada y Sequedad. B. Goteo nasal y Estornudos

Figura 21. Sintomatología asociada a la nariz en los alumnos de secundaria.
A. Nariz tapada y Sequedad. B. Goteo nasal y Estornudos

Figura 22. Sintomatología asociada a la garganta en los alumnos de primaria.

Figura 23. Sintomatología asociada a la garganta en los alumnos de primaria.

Figura 24. Sintomatología asociada a trastornos respiratorios en los alumnos de primaria.

Figura 25. Sintomatología asociada a trastornos respiratorios en los alumnos de secundaria.

Figura 26. Sintomatología asociada a trastornos generales en los alumnos de primaria. A. Dolor de cabeza y Dolor de Estomago. B. Debilidad y Somnolencia.

Figura 27. Sintomatología asociada a trastornos generales en los alumnos de primaria. C. Fiebre y Escalofríos.

Figura 28. Sintomatología asociada a trastornos generales en los alumnos de primaria. A. Dolor de cabeza y Dolor de Estomago. B. Debilidad y Somnolencia.

Figura 29. Sintomatología asociada a trastornos generales en los alumnos de primaria. C. Fiebre y Escalofríos.

Figura 30. Ejemplo de unidades manejadoras de aire: a. Vista del sistema de succión de aire externo. b. Conductos de reparto de aire.

Figura 31. Ejemplos de rejillas del sistema de acondicionamiento de aire.

Figura 32. Cuarto de recirculación del aire del Split 30 TR.

Figura 33. Ejemplos de suciedad en las rejillas y conductos del sistema de ventilación

GLOSARIO

CALIDAD DEL AIRE: Concentraciones de contaminantes que permiten caracterizar el aire de una región con respecto a concentraciones de referencia, fijadas con el propósito de preservar la salud y bienestar de las personas.

CONFORT: Estado ideal de las personas en las que se encuentran en un estado de bienestar, salud y comodidad en la cual no existe en su entorno ninguna distracción o molestia que los perturbe física o mentalmente.

GASES REFRIGERANTES: En el ciclo de refrigeración circula un gas refrigerante (para reducir o mantener la temperatura de un ambiente por debajo de la temperatura del entorno se debe extraer calor del espacio y transferirlo a otro cuerpo cuya temperatura sea inferior a la del espacio refrigerado, todo esto lo hace el refrigerante) que pasa por diversos estados o condiciones.

NORMA DE CALIDAD DEL AIRE: Nivel de concentración legalmente permisible de sustancias o fenómenos contaminantes presentes en el aire, establecido por el ministerio Ambiente, con el fin de preservar la buena calidad del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana.

SALTO TÉRMICO: Es toda diferencia de temperaturas. Se suele emplear para definir la diferencia entre la temperatura del aire de entrada a un

acondicionador y la de salida del mismo, y también para definir la diferencia entre la temperatura del aire en el exterior y la del interior.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una metodología que permita evaluar la calidad del aire ambiente y el confort en los recintos del colegio El Rosario de la ciudad de Barrancabermeja con el propósito de conservar las condiciones ambientales aptas para el desarrollo y buen funcionamiento de las actividades académicas en la institución.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir parámetros de confort, fisicoquímicos, y microbiológicos, del sistema de aire acondicionado, que puedan afectar la salud de los estudiantes
- Identificar los contaminantes externos que pudieran afectar la calidad del aire en el Colegio El Rosario.
- Indagar sobre la incidencia de enfermedades broncorespiratorias de la población estudiantil.
- Determinar los parámetros de confort, fisicoquímicos y microbiológicos, y las incidencias de las enfermedades de la población estudiantil.

- Elaborar estrategias para el mejoramiento del confort y ahorro de energía en los recintos que empleen sistema de aire acondicionado en el colegio El Rosario.

Titulo: DISEÑO DE UNA METODOLOGIA PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE Y LAS CONDICIONES DE CONFORT EN LOS RECINTOS DEL COLEGIO EL ROSARIO DE LA CIUDAD DE BARRANCABERMEJA*

Autores: Sandra Milena Cuadros Ballesteros
Omar Danilo Flórez Montesino**

Palabras claves: Confort, calidad del aire, colegio

Se propuso un diseño metodológico en dos fases, con el objeto de evaluar la calidad del aire y el grado de confort para los salones del colegio El Rosario de la ciudad de Barrancabermeja (Santander), esto con el propósito de cuidar el bienestar de los alumnos y el personal de la institución.

En su primera fase, el diseño constó de una búsqueda de información a través de encuestas, relacionada con antecedentes o información básica del sistema de ventilación y aire acondicionado (VAA), sustancias químicas comúnmente empleadas para aseo y limpieza, datos estadísticos de morbilidad de profesores y alumnos, parámetros de confort y la línea base ambiental del entorno inmediato de la zona. En la segunda fase y a partir de los datos obtenidos en la fase anterior, se estructuró la estrategia de muestreo preliminar en donde se obtuvieron los parámetros físico-químicos (temperatura, iluminación, intensidad del aire, fuente de ruido, olores) y microbiológicos de los recintos, que una vez comparados con estándares nacionales e internacionales, permitieron establecer las acciones de control a fin de disponer de factores de confort y calidad del aire interno en excelentes condiciones y evitar problemas de ausentismo académico y laboral por afecciones respiratorias.

Se realizó una prueba piloto donde se encontraron deficiencias en los parámetros de temperatura, iluminación, volumen de aire y fuentes de ruido en diferentes recintos del colegio. De acuerdo a los registros de las estaciones de calidad del aire, no hay niveles de contaminantes externos que puedan incidir en la calidad del aire interno de los recintos. En el sistema del aire acondicionado se encontraron deficiencias como en la uniformidad de la temperatura, el mantenimiento de ductos y filtros, y la uniformidad en el caudal de ventilación. Al realizar las muestras microbiológicas se hallaron bacterias del grupo de los cocos gram-positivos y hongos.

* Trabajo de grado

** Escuela de Química. Especialización en Química Ambiental. Amilcar Rizzo Alvarado

Title: DESIGN OF A METHODOLOGY TO EVALUATE THE QUALITY OF THE AMBIENT AIR AND COMFORT CONDITIONS IN THE ENCLOSURES OF THE SCHOOL EL ROSARIO OF THE CITY OF BARRANCABERMEJA*

Authors: Sandra Milena Cuadros Ballesteros
Omar Danilo Flórez Montesino**

Keywords: Comfort, Air Quality, School

A methodologic design in two phases seted out, with the intention of evaluating both air quality and the comfort degree for the halls the school El Rosario from the city of Barrancabermeja (Santander), in order to take care of the welfare of the students and the personnel of the institution

In his first stage, the design consisted of a search of information through surveys, related to antecedents or basic information of the ventilation and conditioned air sistem (VCAS), chemical substances commonly used for cleanliness and cleaning, statistical data of morbidity from both teachers and students, comfort parameters and the environmental base line of the immediate surroundings of the zone. In the second phase, and from the data collected in the previous phase, the strategy of preliminary sampling was structured where the both parameters physico-chemical (temperature, illumination, intensity of the air, source of noise, scents) and microbiological of the enclosures were obtained, that once compared with national and international standards, they allowed to establish the control actions in order to have comfort factors and internal air quality in optimal conditions and for avoiding problems for academic and labor absenteeism by respiratory affections.

A pilot test was realised where were find deficiencies in the parameters of temperature, illumination, air volume and sources of noise in different school enclosures. According to the registries of the stations of air quality, there are no levels of external contaminants that can affect the internal air quality of the enclosures. In the air conditioned sistem were find deficiencies like in the uniformity of the temperature, maintenance of the ducts and filters, and in the uniformity of the ventilation volume. When realising the microbiological samples were find bacteria from the gram-positive coco group and fungi.

* Trabajo de grado

** Escuela de Química. Especialización en Química Ambiental. Amilcar Rizzo Alvarado.

INTRODUCCION

Los aspectos relacionados con la calidad del aire día a día han adquirido una mayor incidencia dado que la mayor parte de los seres humanos pasan gran parte de su tiempo en espacios interiores (residencias, restaurantes, lugares de trabajo, de estudio, de entretenimiento y medios de transporte).

Diversos estudios realizados por la Agencia de Protección Medio-ambiental de los Estados Unidos (EPA) sobre la exposición de humanos a contaminantes del aire indican que en el aire del interior de los recintos cerrados los niveles de contaminación son de entre 2 a 5 veces (en algunos casos 100 veces) más concentrados que los niveles presentes en el aire exterior. Estos resultados son de particular importancia ya que el tiempo que la mayoría de las personas pasa en espacios cerrados es de alrededor del 90%.¹

Debido a esto cabe prestar gran atención a escuelas y colegios ya que su población está compuesta por, niños y jóvenes los cuales pueden verse más afectados por la contaminación del aire interno en comparación con los adultos; los niños respiran un mayor volumen de aire con relación a su peso corporal y esto puede conducir a una mayor carga de agentes contaminantes en sus cuerpos. Las condiciones de comodidad pueden también afectar a los niños; estas condiciones pueden incluir frío o calor extremo, lo que puede

¹ RIVAS F., et al. *Estudio de la Calidad Microbiológica del Aire Interior de la Facultad de Ingeniería*. [Pdf] 2007. Montevideo: Universidad de la Republica (Uruguay). Disponible en Internet en la dirección: www.fing.edu.uy/servadm/plandeobras/aire2005.pdf

ocasionarles agitación o somnolencia como resultado del aire interno de pobre calidad.²

Los síntomas que se relacionan con una deficiente calidad del aire en el interior de un edificio son: dolor de cabeza, mareos, náuseas, fatiga, piel seca, irritación de ojos, congestión de senos nasales y tos. Es a menudo difícil diferenciar entre los causados directamente por el medio ambiente y los de origen psicológico. No hay que olvidar que un aire de pobre calidad provoca disconfort, pudiendo desencadenar reacciones psicológicas complejas, cambios de humor, de estado de ánimo y dificultades en las relaciones interpersonales.³

La utilización de sistemas de aire acondicionado que mejoren la temperatura con relación al ambiente externo implica también problemas potenciales a la calidad del aire y el confort debido a factores como la humedad y los microorganismos que se pueden alojar en las diferentes partes de éstos sistemas.

Por todo lo anteriormente expuesto, se hace necesario desarrollar un diseño de una metodología que permita evaluar los parámetros de calidad del aire ambiente en los alrededores del colegio El Rosario y de confort con el propósito de conservar las condiciones ambientales aptas para el desarrollo y buen funcionamiento de las actividades académicas en dicha institución. Para ello se definen parámetros de confort, fisicoquímicos, y microbiológicos, del sistema de aire acondicionado, que puedan afectar la salud de los estudiantes, se identifican los contaminantes externos que pudieran afectar la calidad del aire, se realiza una consulta sobre la incidencia de enfermedades

² Washington State Department of Health (EUA). *The School Indoor Air Quality Best Management Practices Manual*. Washington: Washington State Department of Health, 2003 p. 6

³ Ministerio de Trabajo e Inmigración (España). *NTP 243. Ambientes Cerrados: Calidad del Aire*. s.f. p.1.

broncorespiratorias de la población estudiantil, se relacionan los parámetros de confort, fisicoquímicos y microbiológicos con las incidencias de las enfermedades de la población estudiantil; con base a esta información se elaboran estrategias para el mejoramiento del confort y ahorro de energía en los recintos que empleen sistema de aire acondicionado.

1. MARCO TEORICO

La Organización Mundial de la Salud (*OMS*, por sus siglas en ingles) define el confort como “un estado de completo bienestar físico, mental y social”, pero no debe entenderse como relativo solamente al ambiente (temperatura, humedad, etc) sino como una amalgama con una serie de parámetros estéticos y psicológicos como las zonas verdes, la calidad de la luz, el prestigio, etc. También puede considerarse como la el momento en que las personas se sienten satisfechas y no requieren preocuparse por la temperatura, la humedad, el viento, el ruido, ya que se encuentra en armonía con el entorno.⁴

La calidad del aire es un factor que ayuda a determinar el confort tanto en los ambientes internos como en los externos. La calidad del aire se puede entender como la composición idónea que le permite al ser humano vivir sin preocuparse de presentar posibles enfermedades o molestias en su salud, dicha calidad está determinada por la composición del aire (la presencia o ausencia de diversas sustancias y sus concentraciones son los principales factores determinantes); debido a esto, se expresa mediante la concentración o intensidad de los contaminantes, la presencia de microorganismos, o su apariencia física. Ejemplos de contaminantes que son importantes indicadores de calidad son el dióxido de azufre y las partículas de polvo y suciedad.

⁴ Katia Simancas Yovane. *Reacondicionamiento Bioclimático de Viviendas de Segunda Residencia en Clima Mediterráneo*. Capítulo 1: *El Confort en el Acondicionamiento Bioclimático*. Trabajo de Grado. [Pdf] Barcelona: Universitat Politècnica de Barcelona, 2003. Disponible en Internet en la dirección: http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0216104-100306//02PARTE1.pdf p.1.

La calidad del aire es uno de los temas en el programa de muchas autoridades internacionales, la OMS recomienda estándares para los contaminantes del aire que pueden tener efectos en la salud; el Comité Económico Europeo ha estado trabajando en una serie de protocolos internacionales (aunque cada gobierno tiene sus propios estándares), dichos estándares son concentraciones máximas que pueden estar presentes en el aire.⁵

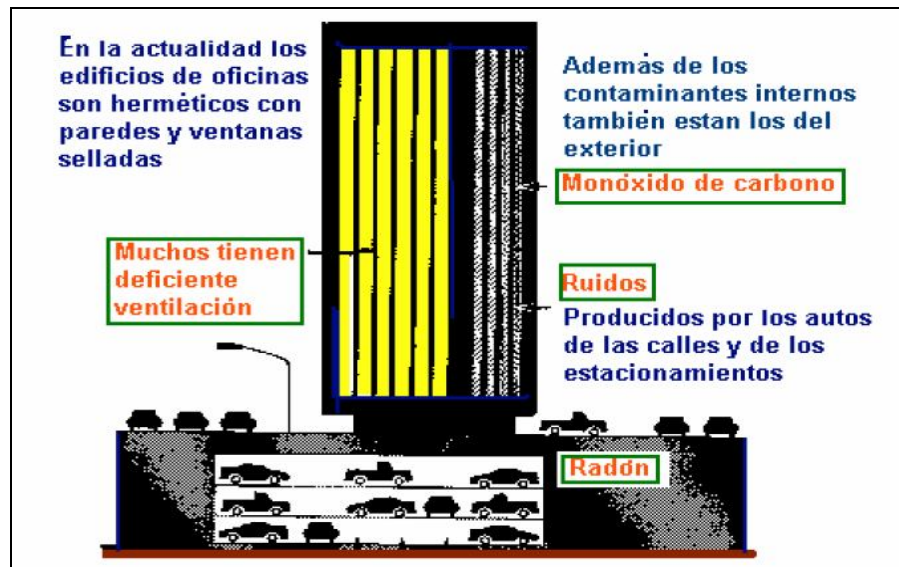
En el ámbito de las condiciones de trabajo tiene cada vez mayor incidencia el aspecto relacionado con la calidad del aire en locales dedicados a oficinas y servicios generales, es decir, aquellos en los que no se realizan actividades de tipo industrial. La sintomatología presentada por los afectados no suele ser severa y, al no ocasionar un exceso de bajas por enfermedad, se tiende a menudo a minimizar los efectos que, sin embargo, se traducen en una situación general de discomfort. En la práctica estos efectos son capaces de alterar tanto la salud física como la mental del trabajador, provocando un mayor estrés y con ello una disminución del rendimiento laboral. Para describir estas situaciones, cuando los síntomas llegan a afectar a más del 20% de los ocupantes de un edificio, se habla del "Síndrome del Edificio Enfermo".⁶ Según la OMS, el síndrome consiste de una gran variedad de síntomas como dolor de cabeza, problemas en los ojos, nariz y garganta, dificultades respiratorias, fatiga, somnolencia, anomalías en la piel y problemas para mantener la concentración.⁷

⁵ RIVAS F., et al. *Estudio de la Calidad Microbiológica del Aire Interior de la Facultad de Ingeniería*. [Pdf] 2007. Montevideo: Universidad de la República (Uruguay). Disponible en Internet en la dirección: www.fing.edu.uy/servadm/plandeobras/aire2005.pdf p.2

⁶ NTP 243, *óp. cit.*, p.1

⁷ Analía Fernández. *Confort Térmico y Calidad de Aire Interior. Una Opción Saludable*. Revista Construir N° 57. [En línea] Argentina, 2007. Disponible en Internet en la dirección: www.construir.com/Econsult/construir/Nro57/document/confort.htm

Figura 1. Síndrome Del edificio enfermo



Tomado de : Nestor Quadry. Nuevos Conceptos de Diseño en Aire Acondicionado. Revista Clima N° 183. 2004. [En línea] Disponible en Internet en la dirección: www.acondicionamiento.com.ar/docs/Nuevos%20sistemas%20AA_Clima.pdf

En la actualidad se admite que aquellos ambientes que no disponen de ventilación natural y que están cerrados, para conseguir un mayor rendimiento del sistema de aire acondicionado, pueden ser áreas de exposición a contaminantes. Entre ellos se encuentran oficinas, edificios públicos, escuelas y guarderías, edificios comerciales e, incluso, residencias particulares. La figura 1 hace referencia al aislamiento de las estructuras de oficinas y sus problemas inmediatos.

En ocasiones, los síntomas de enfermedad en las personas no se encuentran asociados a los contaminantes existentes en el aire de los edificios, sino por el contrario, se deben a situaciones de estrés o problemas físicos relacionados con baja luminosidad y ruidos molestos. Además, la calidad del aire puede manifestarse de diversas formas en los habitantes del edificio, afectando a un grupo de individuos o exclusivamente a una persona, por lo que un diagnóstico correcto es complicado.

La calidad del aire puede manifestarse de diversas formas en los habitantes del edificio, afectando a un grupo de individuos o exclusivamente a una persona, por lo que un diagnóstico correcto es complicado. Además, los síntomas de enfermedad en las personas pueden no estar asociados a los contaminantes existentes en el aire de los edificios, sino por el contrario, deberse a situaciones de estrés o problemas físicos relacionados con baja luminosidad y ruidos molestos, lo que se conoce como discomfort en el área de trabajo.

Por lo general las personas más susceptibles a los contaminantes en el aire del interior de edificios son:⁸

- Personas con asma, alergias o con sensibilidad a ciertos productos químicos.
- Personas con deficiencias o enfermedades respiratorias.
- Personas con el sistema inmunitario afectado, ya sea por radiación, quimioterapia o enfermedades.
- Personas que usan lentes de contacto.

Las edificaciones en las cuales pueden presentarse mayor incidencia de problemas de calidad del aire y confort son las escuelas; en algunos establecimientos educativos se presenta un mayor número de personas en relación al espacio disponible del salón de clase y por consiguiente hay dificultades para remover el aire viciado. Aparte de esto, las escuelas cuentan con diversas actividades y un amplio rango de fuentes potenciales de contaminantes del aire; estas fuentes incluyen: cafeterías; los salones de arte, ciencia y demás; áreas de educación vocacional; piscinas; baños y vestuarios.

⁸ Washington State Department of Health (EUA). *The School Indoor Air Quality Best Management Practices Manual*. [Pdf] Washington: Washington State Department of Health, 2003 Disponible en Internet en la dirección: www.doh.wa.gov/ehp/ts/IAQ/schooliaqbmp.pdf

Los estudiantes, profesores y el resto de personal del colegio necesitan un ambiente saludable y confortable para desempeñarse adecuadamente. Los problemas asociados con la calidad del aire interno pueden llevar a molestias o enfermedades, lo que puede llevar a reducir la productividad y el desarrollo académico, e incrementar el ausentismo.⁹

1.1 PARÁMETROS DE CONFORT

Los parámetros de confort son aquellas condiciones propias del lugar que afectan las sensaciones de sus ocupantes. Los problemas de confort interno son debidos principalmente a las características de los edificios, las técnicas de construcción utilizadas, los materiales utilizados y a mantenimientos defectuosos. Los habitantes de edificaciones con el síndrome del Edificio enfermo relacionan sus problemas y quejas con el tiempo de permanencia o residencia, y los refieren a la contaminación del aire, a la falta de confort o a factores físicos molestos, además de posibles factores psicosociales y/o ergonómicos.¹⁰

1.1.1 Parámetros Físico-Químicos

Los ocupantes de un edificio son en sí una fuente de contaminación, ya que el ser humano produce de modo natural dióxido de carbono, vapor de agua, partículas y aerosoles biológicos. Por otro lado, hay una serie importante de contaminantes que pueden ser generados por el propio edificio, por su contenido o pueden incluso depender de su ubicación. Otro grupo tiene su origen en combustiones producidas en el interior, también el uso de

⁹ Washington State Department of Health (EUA). *The School Indoor Air Quality Best Management Practices Manual*. [Pdf] Washington: Washington State Department of Health, 2003 Disponible en Internet en la dirección: www.doh.wa.gov/ehp/ts/IAQ/schooliaqbmp.pdf p.13

¹⁰ María José Berenguer Subils. *NTP 431. Caracterización de la Calidad del Aire en Ambientes Cerrados*. [Pdf] s.f. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo España). Disponible en Internet en la dirección: www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTécnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_431.pdf p. 15

productos de limpieza, mantenimiento y mejoras genera la presencia de contaminantes en el interior del edificio.¹¹

Algunas de estas fuentes contaminantes producen mezclas complejas, como pueden ser el humo de tabaco, los aerosoles y humos generados en la preparación de comidas, los aerosoles biológicos infecciosos y alérgenos generados en los circuitos de refrigeración y los propios del cuerpo humano. Un tratamiento cuantitativo preciso de estos contaminantes puede ser difícil, siendo la evaluación en muchos casos subjetiva.¹²

En la Tabla 1 se listan algunos contaminantes que se encuentran en los interiores de las edificaciones.

Tabla1. Los contaminantes interiores más comunes y su fuente

SITUACIÓN	FUENTES DE EMISIÓN	CONTAMINANTES
EXTERIOR	Fuentes Fijas	
	Establecimientos industriales, conducción de energía	Dióxido de azufre, dióxidos de nitrógeno, material particulado, monóxido de carbono, compuestos orgánicos
	Automóviles	Monóxido de carbono, plomo, óxidos de nitrógeno
	Suelo	Radón, microorganismos
INTERIOR	Materiales de Construcción	
	Piedra, Hormigón	Radón
	Compuestos de madera, chapeado	Formaldehído, compuestos orgánicos
	Aislamiento	Formaldehído, fibra de vidrio
	Ignífugos	Asbesto
	Pintura	Compuestos orgánicos, plomo
	Equipos e Instalaciones	
	Sistemas de calefacción, cocinas	Monóxido y dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos, material en partículas
	Fotocopiadoras	Ozono
	Sistemas de ventilación	Fibras, microorganismos
	Ocupantes	
Actividad metabólica	Dióxido de carbono, vapor de agua, olores	

¹¹ NTP 243, óp. cit, p.1

¹² María José Berenguer Subils y Martí Sole. NTP 243. *Ambientes Cerrados: Calidad del Aire*. [Pdf] s.f. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (España). Disponible en Internet en la dirección: www.insht.es/InshWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTécnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_243.pdf

	Actividad biológica	Microorganismos
	Actividad Humana	
	Hábito de fumar	Monóxido de carbono, otros compuestos, material en partículas
	Ambientadores	Fluorocarburos, olores
	Limpieza	Compuestos orgánicos, olores
	Ocio, actividades artísticas	Compuestos orgánicos, olores

Tomado de: Juan Guash Farrás. Control Ambiental en Interiores. En Ministerio de Trabajo e Inmigración (España) (Comp.). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Madrid: Ministerio de Trabajo e Inmigración (España)

A. Parámetros Físicos. Dentro de los parámetros físicos que inciden en el equilibrio térmico con relación al medio ambiente están la temperatura, la humedad Relativa y la velocidad del aire.¹³

- **Temperatura.** La temperatura que “siente” una persona en el medio que le rodea no es directamente la temperatura del aire, sino que también está influenciada por las temperaturas de las superficies que conforman el local. El cuerpo humano intercambia calor con el ambiente por los mecanismos de convección, pero al mismo tiempo intercambia calor con todos los ambientes cerrados a través de los procesos de radiación.

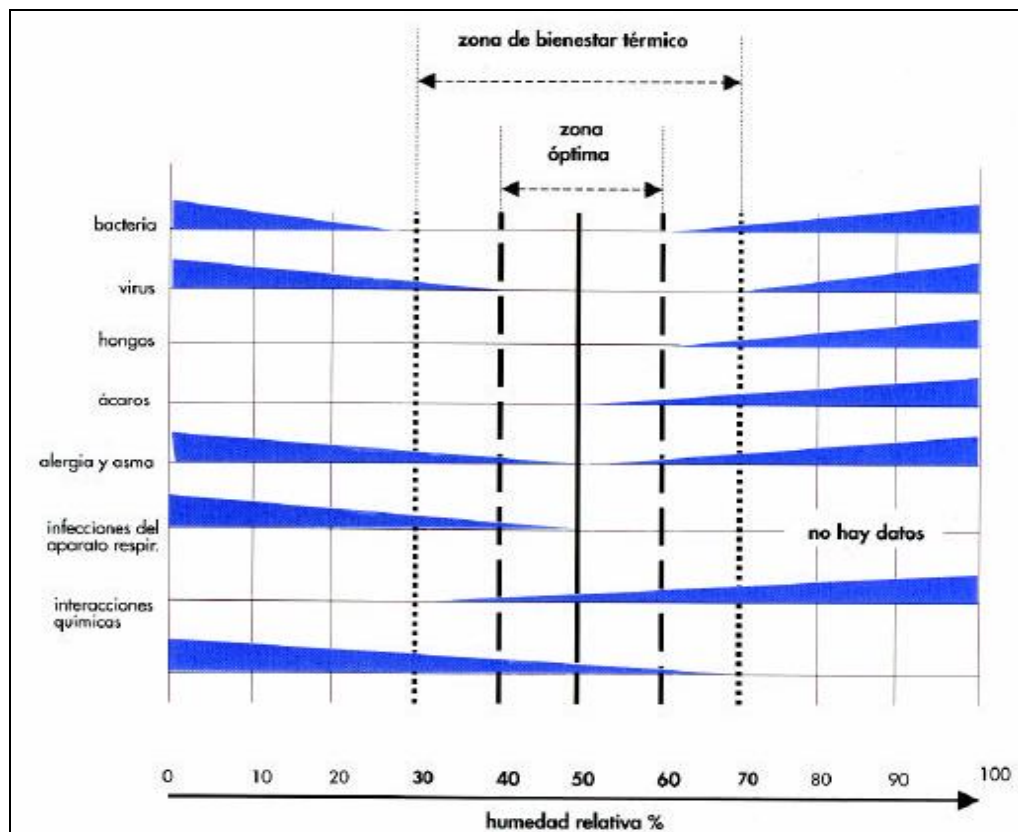
La temperatura del aire (t_a), llamada también temperatura seca o temperatura de bulbo seco, se refiere al aire que está alrededor del cuerpo y su valor permite tener una idea general del estado térmico del aire a la sombra. Este es uno de los parámetros principales que incide en el flujo de calor entre el cuerpo y el ambiente, ya que, de acuerdo con algunos especialistas, para la estimación de la sensación de calor o frío que pueden percibir las personas, los valores de la temperatura del aire y de la humedad relativa permiten establecer con cierta fiabilidad la zona en la cual la mayor parte de las personas se encontrarían confortables.¹⁴

¹³ Analía Fernández. Op. Cit p. 14

¹⁴ Katia Simancas Yovane. Op. Cit. p. 3

- **Humedad Relativa.** Es la cantidad de vapor de agua en gramos que hay en un kilogramo de aire con relación a la máxima cantidad de vapor que puede haber a una temperatura determinada. A mayor temperatura del aire puede haber un mayor contenido de vapor de agua, a diferencia del aire frío que tiende a ser seco a menor temperatura, llegando a una humedad relativa igual a 0%.¹⁵ La Figura 2 relaciona los posibles riesgos debido a los cambios de humedad en los edificios.

•
 Figura 2. Riesgo de aparición de problemas con la humedad relativa ambiente.



Tomado de GARCÍA SAN JOSÉ, Ricardo. *Confort Ambiental*. [Pdf] 2007. s.l.: Inspección Estatal Energética (Cuba). Disponible en Internet en la dirección: www.energia.inf.cu/iee-mep/SyT/CDG/Taller1BURE/confort.pdf

¹⁵ Ibid. p. 3

El valor de la humedad relativa afecta poco al confort de las personas; tiene importancia si se dan humedades altas combinadas con altas temperaturas, ya que en esos casos se dificulta la capacidad de sudoración, pero estos valores están alejados de las zonas de trabajo habituales en instalaciones de climatización.¹⁶

El aumento de la humedad reduce la capacidad de las personas de perder calor a través de los procesos de transpiración y evaporación; el efecto es similar al aumento de la temperatura. La humedad extrema también puede crear problemas de calidad de aire interno; humedades por encima del 60% pueden promover el crecimiento de mohos, mientras que por debajo del 30% pueden acelerar la dispersión de esporas fúngicas en el aire. La baja humedad también puede estar asociada con irritación en las membranas mucosas de los ojos y el sistema respiratorio superior.¹⁷

- Velocidad del Aire. Se refiere, como su nombre lo indica, a la velocidad a la que el aire se mueve. Este parámetro ambiental afecta la velocidad de la pérdida de calor del cuerpo por convección; velocidad que, a su vez, varía dependiendo de la intensidad y la velocidad del aire. En cuanto a las sensaciones producidas sobre las personas, el movimiento del aire provoca generalmente un aumento de la evaporación del cuerpo y por tanto una sensación de enfriamiento.

De acuerdo a la opinión de quienes elaboraron el programa Life(ITEC, OCT-COAC *Departament de Construccions Arquitectòniques* ETSAB, 1998) para mantener la calidad del aire dentro de los diferentes espacios se debe contar con una renovación del aire equivalente a 0,5 renovaciones/hora, aunque

¹⁶ Ricardo García San José. *Confort Ambiental*. [Pdf] 2007. s.l.: Inspección Estatal Energética (Cuba). Disponible en Internet en la dirección: www.energia.inf.cu/iee-mep/SyT/CDG/Taller1BURE/confort.pdf

¹⁷ Washington State Department of Health (EUA). *The School Indoor Air Quality Best Management Practices Op. Cit. p. 12*

este valor puede ser mayor, dependiendo del tipo de actividad y número de ocupantes. Por otra parte, se debe tener presente que, mientras una velocidad del aire de 1m/seg puede producir una sensación de temperatura inferior en 2 o 3°C, a partir de 2m/seg la corriente de aire puede molestar, al crear enfriamiento de zonas localizadas (tobillos, nuca, etc) por lo que se considera como un límite superior de la velocidad del aire en interiores.¹⁸

- **Luminosidad.** Elegir un buen sistema de iluminación de los puestos de trabajo para conseguir un cierto confort visual y una percepción visual requiere del estudio de los siguientes puntos:

- Nivel de iluminación del punto de trabajo.
- Tipo de tarea a realizar (objetos a manipular).
- El contraste entre los objetos a manipular y el entorno.
- La edad del trabajador.
- Disposición de las luminarias.

La no consideración de estos puntos puede provocar fatiga visual, ya sea por un trabajo excesivo de los músculos ciliares, o bien por efecto de contrastes demasiado fuertes sobre la retina.¹⁹

B. Parámetros Químicos. La presencia de ciertos gases puede deberse a actividades o acciones realizadas en el interior de las edificaciones, aunque pueden provenir del exterior junto con el aire de la ventilación o a través de los cimientos del edificio. Diversos factores ambientales pueden alterar sus concentraciones y/o sus efectos, como la temperatura y humedad ambiental y, por supuesto, la ventilación. Un último aspecto a tener en cuenta es la irritación provocada por los gases en el tracto respiratorio, por lo que no debe descartarse la relación con las respuestas alérgicas de los individuos

¹⁸ Katia Simancas Yovane. Op. Cit. p. 5

¹⁹ NTP 243, óp. cit, p.2

susceptibles. A continuación, en la Tabla 2, se hace una breve relación sobre gases contaminantes predominantes en ambientes interiores, su origen y efectos sobre la salud.

Tabla 2. Características de algunos gases contaminantes de interiores.

COMPUESTO	ORIGEN	EFFECTOS SOBRE LA SALUD
COLORO	Desinfectante en tratamiento de aguas y en piscinas, blanqueantes y lejías de uso domestico.	Irritante de las mucosas. En altas concentraciones puede ocasionar vómitos y edema pulmonar. Exposiciones crónicas pueden ocasionar cloroacné.
DIÓXIDO DE AZUFRE	Combustibles con contenido de azufre.	Irritante de las mucosas. Alteraciones del metabolismo proteico y de los carbohidratos. En individuos susceptibles puede generar enfermedades pulmonares e hiperreactividad bronquial. Se considera un promotor de carcinogénesis.
DIÓXIDO DE CARBONO	Combustión de sustancias orgánicas, emisión de motores de combustión interna, el hábito del cigarrillo y la respiración humana.	Es un asfixiante inerte por desplazamiento del oxígeno. Puede acumularse en espacios cerrados si no se entrega suficiente aire exterior y no se distribuye apropiadamente en el edificio. No se conocen efectos a bajas concentraciones.
DIÓXIDO DE NITRÓGENO	Combustión producida en cocinas, estufas, secadoras y quemadoras de gas-oil, etc., y en el humo del tabaco. Su generación aumenta con la temperatura de la combustión.	Irritante del tracto respiratorio superior. A bajas concentraciones puede desarrollar enfermedades pulmonares e hiperreactividad bronquial en personas susceptibles y niños de corta edad.
FORMALDEHIDO	Empleado en plásticos, resinas, colas y barnices. Una mala formulación o una degradación producida por el paso del tiempo son las principales causas de emisión con posterioridad a su uso. Se encuentra también en el humo del tabaco.	Irritante de las mucosas, aun a bajas concentraciones. Considerado como sospechoso de efectos mutagénicos y carcinogénicos. Su concentración siempre debe mantenerse lo más baja posible.

METILMERCAPTANO	Se uso como trazador y odorizante de combustibles gaseosos, también puede provenir de la descomposición de compuestos orgánicos que contengan azufre.	Sus efectos son parecidos a los del Sulfuro de Hidrógeno, aunque más leves. A bajas concentraciones solo produce molestias por el olor.
MONÓXIDO DE CARBONO	Combustión incompleta de materia orgánica, emisiones de motores de combustión interna en el interior de los edificios (garajes), el fumar o mala ubicación de la toma del aire de ventilación.	Es un asfixiante, al combinarse con la hemoglobina al desplazar al oxígeno. Afecta al sistema cardiovascular disminuyendo la capacidad de trabajo en condiciones de máximo ejercicio. La exposición a medias y bajas concentraciones es reversible.
OZONO	Usado como desodorizante, desinfectante y para reducir la concentración de monóxido de carbono. Se forma en presencia de luz ultravioleta (lámparas, descargas eléctricas y fotocopiadoras).	Irritante del tracto respiratorio. Exposición intensa puede producir edema pulmonar. Exposiciones crónicas provocan bronquitis, bronquiolitis, e hiperreactividad bronquial en individuos susceptibles. Concentraciones de 0.1 ppm pueden irritar los ojos, y a 0.5 ppm se detectan efectos adversos agudos.
RADÓN	Compuesto radiactivo proveniente de rocas con contenido de uranio, se filtra a los edificios a través de grietas en los cimientos o de los materiales empleados en la construcción.	Por su actividad radiactiva es cancerígeno. Su concentración debe mantenerse siempre lo más baja posible.
SULFURO DE HIDRÓGENO	Se libera durante la descomposición de productos orgánicos que contienen azufre. Puede penetrar en los edificios por los desagües mal sifonados.	Asfixiante e irritante respiratorio. A elevadas concentraciones produce muerte inmediata por asfixia por parálisis del centro nervioso regulador de la respiración. A bajas concentraciones solo ocasiona molestias por el olor. A concentraciones algo más elevadas, la acción del gas ocasiona la pérdida de la percepción al poco tiempo de exposición.

Tomado de Asunción Freixa Blanxart. NTP 315. Caracterización de la Calidad del Aire en Ambientes Cerrados. [Pdf] s.f. Madrid. Disponible en Internet en la dirección: www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_315.pdf

C. Parámetros Microbiológicos. Las enfermedades infecciosas se transmiten más fácilmente en los ambientes cerrados que en el exterior, ya que el volumen de aire en el cual se diluyen los microorganismos es más

bajo, el contacto directo es mayor y las personas pasan una mayor cantidad de tiempo en ambientes cerrados. También debe considerarse que muchas enfermedades contagiosas requieren el contacto directo entre huéspedes humanos para su transmisión, mientras que otras, tales como gripe, sarampión, viruela, tuberculosis y algunos resfriados comunes, se transmiten fácilmente por el aire pudiendo sobrevivir los microorganismos causantes de los mismos durante su paso a través del sistema de ventilación, si no se toman medidas específicas al respecto.²⁰ En la Tabla 3 se citan algunos contaminantes biológicos característicos, así como las enfermedades de mayor incidencia.

Tabla 3. Contaminantes biológicos y enfermedades más comunes en ambientes cerrados

AGENTE INFECCIOSO	AFECCIÓN
<i>Actinomyces thermophilus</i>	Neumonía por hipersensibilidad
<i>Aspergillus</i> sp.	Aspergilosis
<i>Bacillus anthracis</i>	Antrax por inhalación
<i>Brucella melitensis</i>	Brucelosis
<i>Chlamydia psittaci</i>	Psitacosis
<i>Coccidioides immitis</i>	Coccidioidonycosis
Diversos agentes	Coriomeningitis linfocitaria
<i>Histoplasma capsulatum</i>	Histoplasmosis
<i>Klebsiella</i>	Infecciones diversas
<i>Legionella pneumophila</i>	Legionelosis
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Tuberculosis pulmonar
<i>Neisseria meningitidis</i>	Meningitis meningocócica
Orthopoxvirus	Viruela
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Infecciones diversas
<i>Staphylococcus</i> sp.	Neumonía estafilocócica
<i>Streptococcus</i> sp.	Neumonía estreptocócica
Virus Coxsackie	Infecciones diversas
Virus de la Influenza	Gripe
Virus de la Rabia	Rabia por vía aérea (excepcional)
Virus respiratorios	Infecciones diversas

Tomado de RIVAS F., et al. *Estudio de la Calidad Microbiológica del Aire Interior de la Facultad de Ingeniería*. [Pdf] 2007. Montevideo. Disponible en Internet en la dirección: www.fing.edu.uy/servadm/plandeobras/aire2005.pdf

²⁰ Ibid. p.3

Generalmente las enfermedades infecciosas transmitidas a través del aire pueden afectar el sistema respiratorio, al menos inicialmente, y los síntomas se manifiestan tanto en el tracto superior como en el inferior. Los agentes infecciosos pueden causar enfermedad en cualquiera de las personas expuestas, aunque el grupo de mayor riesgo corresponde a las que tienen problemas de salud y/o con un sistema inmunológico comprometido, especialmente niños y ancianos.²¹

En un sistema de ventilación/climatización que no mantenga las condiciones mínimas de higiene, se pueden dar las condiciones idóneas para el crecimiento y dispersión de microorganismos o agentes biológicos que afecten de alguna manera el bienestar y confort de quien habita el lugar.²²

Los principales focos de contaminación biológica relacionados con los sistemas de ventilación/climatización son:

- El aire exterior: Éste transporta granos de polen, bacterias y hongos tanto sus formas vegetativas como sus formas resistentes (esporas), la mayoría son inocuos para el hombre pero algunos de ellos pueden ser patógenos.
- Los sistemas de filtración: Su misión es retener buena parte del material particulado que lleva el aire y al que pueden ir asociados microorganismos; dicho material es un buen medio para la proliferación de los mismos.
- El sistema de refrigeración: En las estaciones calidas el vapor de agua que contiene el aire condensa sobre los serpentines de refrigeración, esa agua puede quedar estancada en el suelo del equipo donde, junto a la suciedad que allí esté acumulada, se crean condiciones

²¹ Ibid. p. 5

²² Marta Asensio. El Aire Acondicionado, ¿Aliado o Enemigo?. Barcelona, 2001. Disponible en Internet en la dirección: <http://www.biomed.net/biomed/n02010901.htm>

adecuadas para el desarrollo de agentes biológicos. Otro foco de contaminación asociado lo constituyen las torres de refrigeración, en ellas las temperaturas que alcanza el agua no están lejos de las que favorecen el desarrollo de las bacterias causantes de la legionelosis, entre 35 y 45°C y de otros microorganismos como algas, amebas y bacterias. De las torres de refrigeración, debido a su diseño y funcionamiento, se desprenden a la atmósfera aerosoles que pueden contener microorganismos, los cuales se suman a la contaminación exterior, pudiendo reintroducirse en el sistema de ventilación del mismo edificio o de los situados en la proximidades, dependiendo de la dirección de los vientos predominantes en la zona así como de la ubicación de las tomas de aire.

- Los humidificadores: Especialmente aquellos en los que el agua es reciclada, pueden convertirse en reservorios y diseminadores de los microorganismos que se desarrollen en ellos.
- Los materiales porosos: En ocasiones están presentes en los sistemas de ventilación/climatización, normalmente como aislantes acústicos o como material de construcción de los conductos. En ellos se pueden dar las circunstancias que favorecen el crecimiento de agentes biológicos, por ejemplo la suciedad que aporta nutrientes y el agua que transporta el aire.
- El aire del interior de los locales: El aire recoge la contaminación producida en los diferentes focos, uno de los más importantes son los ocupantes del edificio, estas personas pueden ser portadores sintomáticos o asintomáticos de agentes biológicos. Debe tenerse en cuenta que muchos sistemas de ventilación funcionan reciclando el aire interior por lo que el sistema puede, en conjunto, convertirse en el

diseminador de la contaminación generada en una zona, al resto del edificio.²³

Se distinguen dos tipos fundamentales de patología causada por agentes biológicos relacionadas con los sistemas de ventilación/climatización:

- Manifestaciones de tipo alérgico que comprenden asma, rinitis, conjuntivitis, pneumonías hipersensitivas, fiebre de los humidificadores o fiebre del lunes. Dichas afectaciones han sido atribuidas a diversos microorganismos entre los que se pueden destacar las bacterias filamentosas (*Thermoactinomyces vulgaris*, *Micropolyspora faeni*); los bacilos Gram negativo (*Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Escherichia coli*); los hongos (*Penicifflum*, *Aspergillus*, *Altemaria*) y los protozoos (*Naegleria gruberi*, *Acanthoameba*).
- Enfermedades infecciosas, siendo las más representativas la Enfermedad del Legionario y la Fiebre de Pontiac. El agente causal de ambas enfermedades es una bacteria (*Legionella pneumophila*) y su diferencia a grandes rasgos estriba en que la primera es una pneuropatía aguda y en ocasiones mortal mientras que la segunda, más benigna, se caracteriza por un síndrome pseudogripal. No se conoce por qué esta bacteria causa dos enfermedades con cuadros clínicos diferentes, aunque se especula con la teoría de que la fiebre de Pontiac es una reacción hipersensitiva a las amebas infectadas por *Legionella pneumophila*.²⁴ (9)(NTP 313)

Como se ha mencionado anteriormente la *Legionella* es una bacteria que se encuentra regularmente en los sistemas de ventilación que no han tenido un

²³ Ana Hernández Calleja. NTP 313. Calidad del aire interior: riesgos microbiológicos en los sistemas de ventilación/climatización. [Pdf] s.f. Madrid. Disponible en Internet en la dirección: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_313.pdf p.5

²⁴ Ibid. p. 5

correcto mantenimiento; algunas de sus características biológicas y ecológicas son:

- Bacteria gram – negativa.
- Forma bacilar flagelada, aunque puede encontrarse en forma de cocobacilo.
- Aerobia, pero con capacidad para soportar pequeños niveles de CO₂.
- Heterótrofa.
- No produce esporas, sin embargo su carácter protozoónico (capacidad de vivir intracelularmente tanto en macrófagos humanos como en protozoos), parece su mecanismo de supervivencia ante condiciones desfavorables, de manera que la bacteria es fagocitada por una ameba, y aquí no solo es resistente a los tratamientos biocidas, sino que además, es capaz de multiplicarse hasta el momento en que ésta se rompe, para entonces liberarse cientos o incluso miles de bacterias.
- pH óptimo de crecimiento entre 6.6 y 7.2, fuera de este rango, la bacteria es capaz de sobrevivir intracelularmente como se menciona anteriormente, en las amebas cuyo rango de pH es mucho más amplio, entre 2.1 y 9.5, lo que justifica su resistencia a pH supuestamente desfavorable.
- La temperatura es un parámetro de máximo interés, una temperatura adecuada es una necesidad primordial para su proliferación, así mismo, es necesario conocer la temperatura en la que se produce la muerte, cuando se quieren realizar tratamientos térmicos para combatirla. Letargo < 20 °C Multiplicación 20-45 °C Óptima 35-37 °C Muerte 70 °C

En su hábitat natural la *Legionella* es una bacteria ubicua, ampliamente distribuida en la naturaleza, siendo su nicho ecológico tanto las aguas superficiales de lagos, ríos, estanques, como aguas subterráneas de pozos, manantiales aljibes etc. Recientes estudios amplían este hábitat natural a

superficies terrestres, constituyendo éste también un reservorio para la bacteria y a consecuencia de excavaciones se ha dispersado la bacteria en el ambiente, causando algún caso o brote.

En hábitats artificiales, como las torres enfriadoras y sistemas de ventilación, la *Legionella* puede encontrar condiciones óptimas para su desarrollo tales como:

Medio acuático

- Temperatura adecuada: en torres de refrigeración es frecuente encontrar temperaturas de 28 a 38°C; el agua caliente sanitaria es usual encontrarla alrededor de 40°C

Nutrientes:

- Orgánicos (suciedad)
- Inorgánicos: restos de metales producto de la corrosión tales como Fe, Cu.

En instalaciones mal diseñadas que favorecen el estancamiento de agua, sin tratamiento o con mantenimiento inadecuado, con acumulación de productos nutrientes como lodos, materia orgánica y microorganismos, se forma una biocapa o también llamada biofilm, en donde la *Legionella* puede vivir y protegerse de situaciones adversas propagándose rápidamente, cuando las condiciones le vuelven a ser favorables, por lo que puede estar presente en:

- Torres de refrigeración
- Condensadores evaporativos
- Agua caliente sanitaria
- Humidificadores
- Baños termales
- Piscinas climatizadas
- Fuentes ornamentales

- Sistemas de riego por aspersión
- Sistemas de distribución de aguas
- Equipos de terapia respiratoria etc.²⁵

Otro de los microorganismos que pueden afectar la calidad del aire en los recintos cerrados es el moho; su presencia se debe a la humedad que pueda haber acumulado en la estructura de los recintos, particularmente si el problema no es percibido o tratado a tiempo. La forma de controlar el crecimiento del hongo es a través del control de dicha humedad.

Los efectos potenciales a la salud y síntomas asociados con la exposición al moho incluyen reacciones alérgicas, asma y otras molestias respiratorias. El moho puede activar episodios de asma en personas propensas a ésta; otros síntomas pueden ser congestión nasal, irritación en los ojos, dificultad al respirar e irritación en la piel. Estos síntomas se pueden presentar en personas no sensibles expuestas al moho durante periodos largos de tiempo. Reacciones severas pueden incluir fiebre y respiración entrecortada. Personas con enfermedades pulmonares crónicas pueden desarrollar infecciones en sus pulmones.²⁶

1.2 FACTORES DE CONFORT

Los factores de confort son las condiciones propias de los usuarios que determinan su respuesta al medio externo, son independientes de las condiciones exteriores y se relacionan con las características biológicas,

²⁵ Environmental Protection Agency (EUA). *Legionella: Drinking Water Health Advisory*. [En línea] Washington; 2001. Disponible en Internet en la dirección: <http://www.epa.gov/ost/criteria/humanhealth/microbial/legionellaha.pdf>

²⁶ Environmental Protection Agency (EUA). *Mold Resources*. [En línea] Washington: Environmental Protection Agency, 1995. Disponible en Internet en la dirección: <http://www.epa.gov/iaq/molds/moldresources.html>

fisiológicas, sociológicas o psicológicas de dichos individuos. La tabla 4 realiza una clasificación de dichos factores.

Tabla 4. Factores de confort

FACTORES DE CONFORT		
FACTORES PERSONALES	Metabolismo (alimentación, actividad)	Base o Basal De alimentación o cultural
	Ropa. Grado de aislamiento	
	Tiempo de permanencia. Aclimatación	
	Salud y color de piel	
	Historial térmico, lumínico, visual y acústico	Inmediato Mediato (Situación geográfica, época del año)
	Sexo, edad, peso (constitución corporal)	
FACTORES SOCIO - CULTURALES	Educación Expectativas para el momento y lugar considerados	

Tomado de: Katia Simancas Yovane. *Reacondicionamiento Bioclimático de Viviendas de Segunda Residencia en Clima Mediterráneo*. Capítulo 1: *El Confort en el Acondicionamiento Bioclimático*. Trabajo de Grado. [Pdf] Barcelona, 2003. Disponible en Internet en la dirección: www.tdr.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0216104-100306//02PARTE1.pdf p. 3

1.2.1 Metabolismo

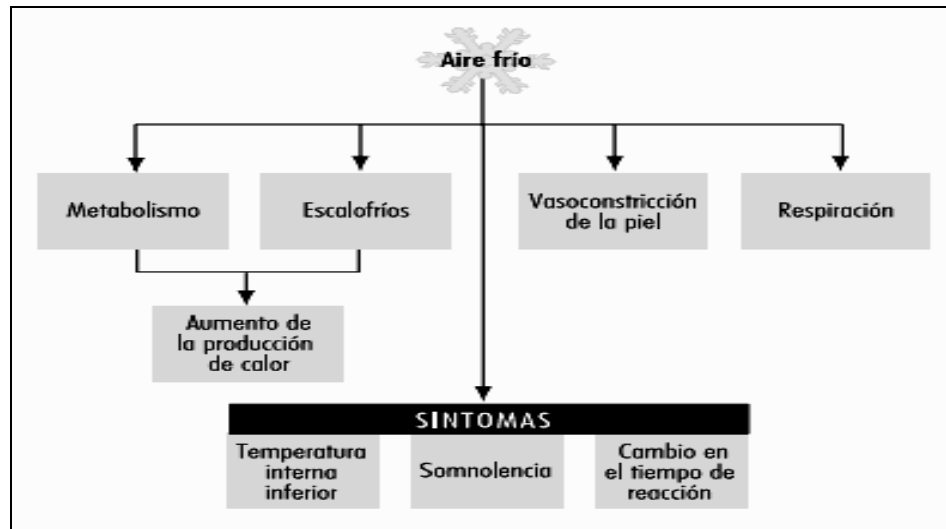
Es el flujo continuo de energía producida por el cuerpo humano debido a una actividad muscular, transformación de los alimentos o reacciones químicas. Pero este mecanismo no es suficientemente efectivo ya que por ejemplo, del total de la energía química obtenida de la transformación de los alimentos, a penas se alcanza un rendimiento del 20 al 25% para realizar un trabajo, mientras un 75 u 80% se disipa en forma de calor. Ese calor disipado es necesario para evitar un sobrecalentamiento del cuerpo, ya que se requiere mantener la temperatura interna de cerca de 37°C, de modo constante.²⁷

Las características fisiológicas del cuerpo humano le permiten soportar grandes variaciones de las condiciones térmicas. Los seres humanos mantienen su equilibrio térmico por medio del hipotálamo, a través de los

²⁷ Katia Simancas Yovane. Op. Cit. p. 5

receptores térmicos de la piel; así la temperatura del cuerpo se mantiene entre 36 y 38 °C, como puede verse en la Figura 3.

Figura 3. Efectos del Aire Frío



Tomado de Juan Guash Farrás. Control Ambiental en Interiores. En Ministerio de Trabajo e Inmigración (España) (Comp.). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Madrid: Ministerio de Trabajo e Inmigración (España)

1.2.2 La Ropa

Es un factor que incide en el equilibrio térmico de un individuo pudiendo disminuir o incrementar los efectos del exterior sobre la persona ya que actúa como protección y obstaculización energética frente a la radiación solar, las bajas temperaturas y el viento, por ello incide en el equilibrio térmico entre una persona y el entorno. El efecto puede ser positivo o negativo dependiendo de las telas y la cantidad de ropa que use el individuo.

A pesar de la importancia que pudieran tener las características de las telas sobre el confort térmico, no existen estudios en los cuales se haya llegado a determinar los valores exactos de la influencia de la ropa, pues las

investigaciones se han orientado hacia el nivel de aislamiento o la cantidad de ropa que protege al cuerpo.²⁸

1.3 SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

1.3.1 Características del Funcionamiento de un Sistema de Aire Acondicionado

Las funciones de un sistema de ventilación/climatización son:

- Suministro de aire fresco en cantidad y calidad suficiente para mantener la calidad del aire en los espacios interiores.
- Modificación de las condiciones termohigrométricas del aire exterior que se introduce en un edificio para conseguir un ambiente confortable en el interior.²⁹

En los sistemas de refrigeración o climatización el calor es bombeado del interior al exterior del recinto. Los principios de funcionamiento de la refrigeración por compresión de vapor en forma simplificada pueden dividirse en cuatro operaciones: evaporación, compresión, condensación y expansión.

Durante la evaporación, el calor se absorbe del aire o del proceso que habrá de ser enfriado por el refrigerante que se evapora. Este refrigerante en estado gaseoso es aspirado por el compresor el cual obtiene su energía de un motor eléctrico o de otro medio mecánico motorizado. El compresor comprime el refrigerante gaseoso aumentando su presión, el gas a alta presión va al condensador donde por sus condiciones de presión y temperatura es condensado por la acción del aire ambiente o el agua. Este

²⁸ Ibid. p. 4

²⁹ NTP 313. Op. Cit p. 5.

refrigerante líquido a alta presión es conducido hacia el evaporador nuevamente a través de un dispositivo de expansión en el cual baja su presión disminuyendo su temperatura dejándolo listo para iniciar el ciclo.³⁰

Tomado de Refrigeración. Manual de buenas prácticas en refrigeración. Unidad técnica ozono-Colombia. ISBN 958-97679-0-7. PÁGINAS 25 Y 26

La cantidad de aire externo considerada adecuada para la ventilación ha cambiado en los últimos años. Los sistemas de refrigeración/ventilación de las escuelas viejas pueden no estar diseñados para cumplir con los estándares modernos de ventilación, como resultado, cuando estos edificios son programados para remodelaciones grandes deben actualizar sus sistemas de refrigeración/ventilación.³¹

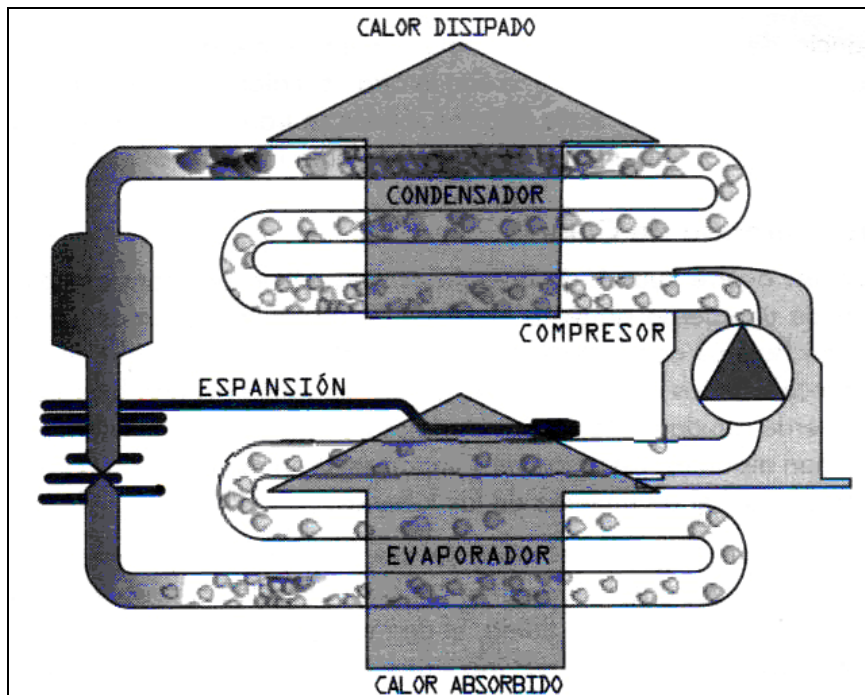
La transferencia de calor radiante puede ocasionar que las personas se sientan poco confortables en cercanías de superficies muy calientes o muy frías, incluso si el termostato y al aire ambiente se encuentran en un rango de temperatura confortable. Las escuelas con áreas de ventanas amplias pueden ser inconfortables debido a la ganancia y pérdida de energía radiante, dichas características pueden variar durante el día con la variación del ángulo de incidencia del sol. Las ventanas y paredes sin aislamiento también pueden producir un flujo de aire debido a la convección, lo que puede llevar a quejas por dichas corrientes. Cerrar las cortinas reduce el calentamiento por la luz solar directa y evita que los ocupantes del edificio se expongan a las superficies de las ventanas, que suelen estar más calientes o más frías que las paredes.³²

³⁰ Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. *Refrigeración. Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración*. Bogotá: Unidad Técnica Ozono. p. 25 y 26

³¹ Washington State Department of Health (EUA). *The School Indoor Air Quality Best Management Practices Manual*. Op. Cit. P. 30

³² Ibid .30

Figura 4. Funcionamiento de un sistema de aire acondicionado.



Tomado de Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. *Refrigeración. Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración*. Bogotá: Unidad Técnica Ozono. p. 25 y 26

1.4 ÁREA DE ESTUDIO

Para la elaboración de la metodología se realizó teniendo en cuenta las características necesidades del colegio El Rosario, el cual se encuentra ubicado en la cabecera urbana de la ciudad de Barrancabermeja, dentro del área residencial de la Gerencia Complejo Barrancabermeja.

1.4.1 Aspectos Climatológicos

Para el análisis climatológico del área de influencia de la refinera de Barrancabermeja, se utilizó información histórica de las estaciones climatológicas Aeropuerto Yariguies y El Centro y de las estaciones pluviométricas Chucurí y La Putana, cuyas características generales, se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Estaciones utilizadas en el análisis climatológico

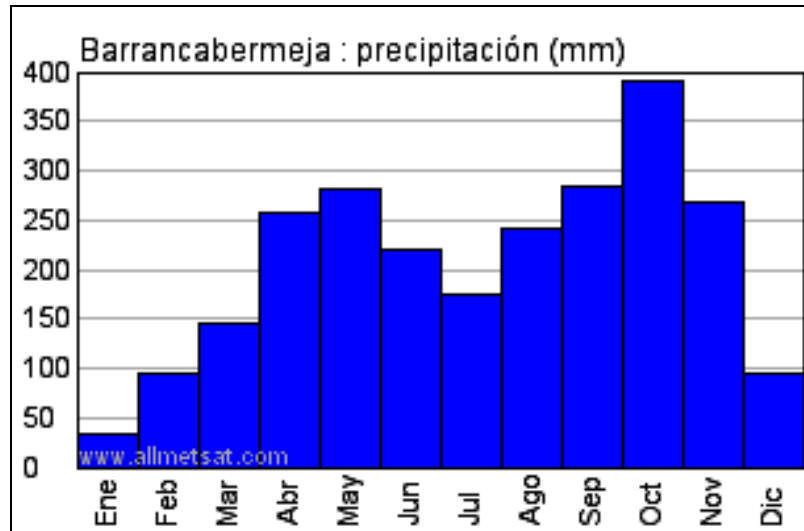
CARACTERÍSTICA	ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA			
	AEROPUERTO YARIGUIES	EL CENTRO	CHUCURÍ	LA PUTANA
Código	2315503	2315504	2313001	2405007
Tipo	SP	CO	PM	PM
Cuenca	Magdalena	Magdalena	Magdalena	Sogamoso
Municipio	Barrancabermeja	Barrancabermeja	Barrancabermeja	Barrancabermeja
Latitud	0701 N	0652 N	0653 N	0709 N
Longitud	7348 O	7346 O	7402 O	7232 O
Elevación [msnm]	126	162	100	150
Periodo	1931 - 2004	1956 - 2004	1965 - 2005	1973 - 2005

A. Precipitación. El análisis de la precipitación en la zona de la Gerencia complejo Barrancabermeja se basó en información de las estaciones Aeropuerto Yariguies, El Centro, Chucurí y La Putana, en las cuales los valores anuales de este parámetro son: 2705.4, 2731.5, 3111.1 y 3090.2 mm respectivamente.

El régimen de lluvias de la región es bimodal con períodos de invierno entre los meses de abril a junio y agosto a noviembre en las estaciones Aeropuerto Yariguies y Chucurí, abril a junio y septiembre a noviembre en la estación El Centro, y abril a mayo y septiembre a noviembre en la estación La Putana. El mes de mayor precipitación es octubre con valores promedio multianuales entre 395 mm en El Centro y 460 mm en La Putana, y el de menor es enero con valores entre 51.7 mm en El Centro y 78.2 mm en La Putana.

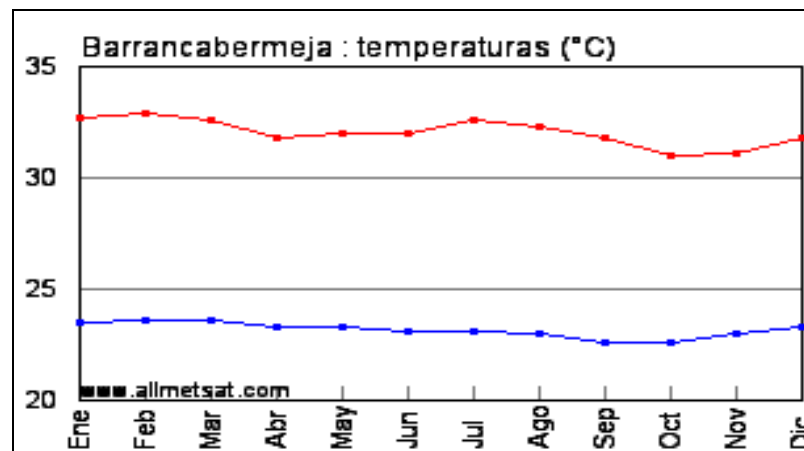
Para la zona de estudio se estimó una precipitación media multianual de 2775 mm. La figura 5 muestra la variación mensual de este parámetro en la estación Aeropuerto Yariguies. Se observa que el mes de mayor precipitación es octubre, con 406 mm seguido de mayo en el primer período de invierno del año con 330 mm; el de menor es enero con 62.7 mm.

Figura 5. Precipitación estación Aeropuerto Yariguíes.



B. Temperatura. La temperatura media máxima para el año de 2007 en la estación Aeropuerto Yariguíes es de 32,8°C, y la mínima es de 22,5°C. La temperatura instantánea varía de 16 a 43°C.

Figura 6. Temperaturas promedio anuales mínima y máxima de la estación Aeropuerto Yariguíes



C. Humedad Relativa. La humedad relativa media anual registrada en la estación Aeropuerto Yariguíes es de 76.9 %, con valores de 72.5 a 80.4%.

Los menores valores de humedad relativa se presentan durante los meses de febrero y enero.

1.4.2 Calidad del Aire

Calidad del aire de acuerdo a la Red de Monitoreo Ambiental de la GCB³³

Tabla 6. Sitios de muestreo y contaminantes evaluados

ESTACIÓN	FECHA	LOCALIZACIÓN	CONTAMINANTE
1	Enero 2001 a Diciembre de 2007	Barrio El Rosario	PM10 y PST
2	Enero 2001 a Diciembre de 2007	Barrio Palmira	PST
3	Enero 2001 a Diciembre de 2007	Barrio Parnaso (Policlínica)	PST
4	Enero 2001 a Diciembre de 2007	Unidad Móvil Barrio Parnaso	O ₃ , CO, SO ₂ , NO _x , PM10

Fuente: Adaptado y actualizado del Capítulo 3, PMA – GCB, elaborado por CEIAM – UIS.

Se recolectó información relacionada con la calidad del aire en la Gerencia complejo Barrancabermeja donde se encuentra ubicado el colegio a través de la estación de monitoreo que se encuentra en éste. Se obtuvieron valores desde el año 2001 hasta el 2006 como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Resumen de Contaminantes Muestreados en la Estación Colegio El Rosario

CONTAMINANTE EVALUADO	AÑOS					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Material Particulado (PST)	52,1	78,8	46,7	44,1	18,55	ND
Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	0,5	10,8	25,9	14,0	10,91	ND
Dióxido de azufre (SO ₂)	0,8	13,9	8,2	9,8	11,09	ND
Ozono (O ₃)	42,7	-----	23,7	17,9	58,9	ND

³³ Información y análisis tomado del PMA de GCB, elaborado por el CEIAM – UIS.

Monóxido de Carbono (CO)	----	----	----	----	0	-----
--------------------------	------	------	------	------	---	-------

2. METODOLOGÍA

El diseño metodológico se realizó teniendo en cuenta las características del colegio El Rosario, para ello se llevaron a cabo 2 etapas:

2.1 DESARROLLO DEL PLAN METODOLÓGICO

Se efectuó una búsqueda de referencia bibliográfica relacionada con la calidad del aire en recintos como base para un entendimiento de la labor a realizar y punto de partida del diseño. Los aspectos a tener en cuenta fueron:

- Confort
- Parámetros para determinar condiciones de confort
- Condiciones físicas, de infraestructura y de los equipos de aire acondicionado
- Condiciones fisicoquímicas, ambientales y microbiológicas.

Indagación de información relacionada con las condiciones climáticas y ambientales de la región, las condiciones operativas de los equipos del aire acondicionado del colegio, las condiciones de salud de la población estudiantil y del personal del plantel, así como los posibles contaminantes y fuentes de contaminación en la zona. Con base en la información obtenida y a través de la revisión bibliográfica, se elaboró la metodología para evaluar las condiciones de calidad del aire y confort en los recintos del plantel.

El diseño metodológico está elaborado con base en 3 aspectos:

- **Inspección Inicial del Plantel.** Donde se evalúan aspectos como:

- Utilización del edificio.
 - Datos históricos del establecimiento.
 - Acabados, decoración y mobiliario.
 - Entorno del plantel.
 - Mantenimiento de las instalaciones.
 - Productos químicos.
- **Línea base de la Calidad del Aire y el Confort.** Se obtiene a partir de la información recopilada mediante las siguientes actividades:
 - Encuesta para estudiantes.
 - Encuesta para personal administrativo y docentes.
 - Selección de los datos de morbilidad estudiantil.

De acuerdo a las características que presenta la planta física de la institución se establecieron los parámetros que más incidieron sobre la población escolar para la elaboración de las encuestas, dichos parámetros fueron:

- Parámetros Físicos. Temperatura, iluminación, intensidad del aire, fuente de ruido y olores.
 - Parámetros de Salud. Seleccionados de acuerdo a los informes obtenidos por la enfermería correspondientes a la sintomatología asociada a ojos, nariz, garganta, trastornos respiratorios y malestar general.
- **Línea base del sistema de Aire Acondicionado.** Se desarrolló una encuesta para aplicarla a la entidad encargada del mantenimiento del sistema de aire acondicionado para establecer aquellos aspectos que presentan falencias para tomar las medidas necesarias de mejoramiento teniendo en cuenta las recomendaciones citadas en dicha metodología.

2.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA A TRAVÉS DE UNA PRUEBA PILOTO

A partir de la metodología desarrollada se puso en práctica la encuesta en la institución teniendo en cuenta cada uno de los parámetros a evaluar. Dicha encuesta se realizó con una muestra de población de cada uno de los salones de 7 estudiantes (correspondiendo aproximadamente al 35%).

Además de la encuesta, se realizó una toma de muestras microbiológicas del sistema del aire acondicionado para verificar la presencia de microorganismos dentro de los conductos teniendo presente este aspecto para evaluar el mantenimiento que se realiza a dicho sistema. Se tomaron 9 muestras al azar correspondientes a los recintos de la biblioteca, sala de profesores de secundaria, laboratorio de biología, salones 3, 16, 23, 28, 38, 39, dichas muestras fueron tomadas en cajas de petri que fueron dejadas en los puntos durante 20 min y después fueron llevadas al laboratorio clínico de la Policlínica donde las procesaron. El medio de cultivo utilizado para el análisis fue agar sangre; se utilizó la coloración de Gram para identificar las bacterias en este grupo y se realizó montaje en fresco para identificar estructuras micóticas.

Finalizada la prueba piloto se dieron a conocer los aspectos de mejora y las recomendaciones para mejorar la calidad del aire y el confort de la institución.

2.3 FORMATO DE LA METODOLOGÍA

Cada uno de los 3 aspectos mencionados en el diseño del plan metodológico se encuentran especificados en el formato que se elaboró de una manera

clara y precisa para que la persona que la aplica pueda manejarla adecuadamente (ver anexo 1).

3. RESULTADOS

Una vez elaborada la metodología se llevó a cabo una prueba piloto con el fin de verificar y comprobar los aspectos relacionados en dicha encuesta y las recomendaciones fueran las necesarias para las posibles correcciones de aquellos aspectos que dieran negativos.

Teniendo en cuenta los 3 aspectos que conforman la metodología se obtuvieron los siguientes resultados:

3.1 INSPECCIÓN GENERAL DEL PLANTEL

Se realizó la primera parte de la metodología sobre la información general del plantel donde se reunió la siguiente información.

3.1.1 Utilización del Edificio

El colegio es propiedad de ECOPETROL y está administrado por ASPAEN (Asociación para la enseñanza). Actualmente cuenta con 28 salones para clases, de los cuales 13 pertenecen a la básica primaria y 15 para la básica secundaria y media vocacional, con un número de entre 20 y 30 estudiantes por salón. También cuenta con una sala para enfermería, 4 oficinas, 1 auditorio, 1 sala de audiovisuales, 1 sala de música, 3 laboratorios (biología, química y física), 1 sala de artes plásticas, una sala para la banda, 1 capilla, 3 salas para entrevistas, 4 baterías de baños y 1 biblioteca. Al momento del proyecto contaba con una población estudiantil de 640 estudiantes, un cuerpo de 28 docentes, 18 integrantes del plantel administrativo además del personal de servicios generales.

El tiempo en que permanecen los estudiantes en los salones es:

- Para básica primaria, 2 horas seguida de un periodo de descanso de 40 minutos y después 3 horas.
- Para básica secundaria y media vocacional, 3 horas seguida de un periodo de descanso de 40 minutos y después dos horas.

3.1.2 Datos Históricos del Establecimiento

La planta física de la institución cuenta con 57 años de uso; se encuentra organizada en bloques, los cuales fueron construidos por secciones en diferentes años, y en el momento del estudio cuenta con 6 bloques.

Desde el año 2006 hasta la fecha se han realizado renovaciones en los recintos del auditorio, la capilla, así como la construcción de los espacios para los alumnos que se encuentran en el grado de Transición (baños, circuito neuromotor). Entre las renovaciones proyectadas está la modernización de las oficinas y la biblioteca, la cual se empezó a ejecutar para el momento del presente estudio.

3.1.3 Acabados, Decoración y Mobiliario

Todos los recintos cerrados cuentan con paredes estucadas y pintadas con pisos en baldosín, así como techos en triplex cuyo interior posee una lámina de fibra de vidrio que actúa como aislador para la humedad.

En cuanto al mobiliario se encontró para la básica primaria, mesas y sillas y en otros salones sillas universitarias elaboradas en madera y tubos, así como armarios de madera; para la básica secundaria y media vocacional se cuenta con mesas y sillas, así como de sillas universitarias de plástico y tubos.

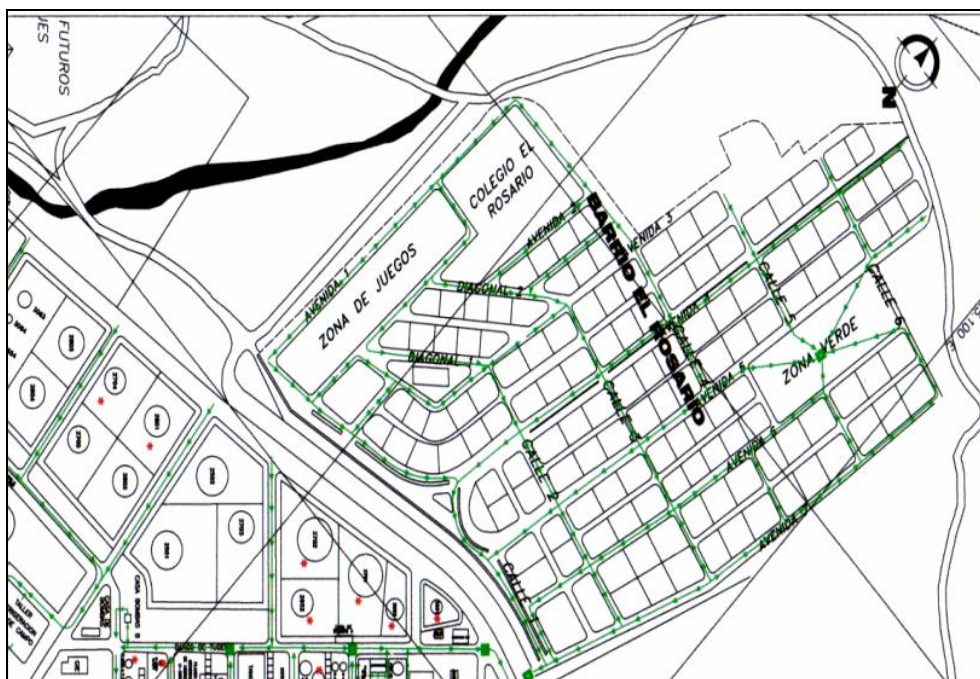
3.1.4 Entorno del Plantel

El colegio El Rosario, se encuentra ubicado en la cabecera urbana de la ciudad de Barrancabermeja, dentro del área residencial de la Gerencia Complejo Barrancabermeja. En la Figura 7 se muestra la planta física vista desde el exterior de las instalaciones, mientras que en la Figura 8 se muestra la ubicación dentro del complejo.

Figura 7. Vista Externa del Colegio El Rosario.



Figura 8. Ubicación del colegio dentro de la Gerencia Complejo Barrancabermeja



La institución cuenta con dos vías de acceso las cuales son poco frecuentadas por encontrarse dentro del complejo, solo se presenta intensidad del tráfico en las horas de la mañana cuando llegan los buses, al mediodía cuando los estudiantes terminan su jornada escolar, y cuando se realizan reuniones de padres de familia.

Por encontrarse dentro del área cercana a la refinería, la institución se encuentra expuesta a los diferentes contaminantes que esta emite.

3.1.5 Mantenimiento de las Instalaciones

Aparte de la iluminación natural, el colegio cuenta con iluminación artificial suministrada mediante lámparas fluorescentes ubicadas en el cielorraso de cada recinto. El mantenimiento de la iluminación artificial consiste en el cambio de las lámparas al quemarse o dañarse los balastos. Durante la investigación se estaba cambiando el sistema de lámparas por bombillos ahorradores de energía para buscar disminuir los costos de mantenimiento y de energía.

Se presentan problemas de humedad en varios recintos como salones y oficinas, para estos últimos recintos se mejorará la situación aprovechando el proceso de modernización del bloque de oficinas. También se presentan con frecuencia daños en las unidades manejadoras del aire acondicionado de tipo mecánico, para lo que se realizan visitas periódicas de la empresa encargada de realizar el mantenimiento y limpieza de los equipos.

Se utiliza pintura de aceite para los pupitres los cuales son pintados una vez al año; así como la totalidad de la planta física. Aparte de esto se realizan reparaciones en los pupitres como ajuste de tornillos o daños en los brazos de los de tipo universitario. Cabe destacar que en todos los salones se

realiza el aseo diariamente, así como una desinfección diaria en los baños tanto del personal como de los alumnos.

3.1.6 Productos Químicos.

La institución no cuenta con un lugar adecuado para el almacenamiento y manejo de los productos de aseo utilizados ni tampoco les realiza una identificación adecuada mediante las fichas de datos de seguridad, tampoco cuenta con un programa adecuado sobre la disposición final de los residuos químicos.

Dentro de los productos usados se encuentra el pesticida Losban, usado para combatir las plagas recurrentes de insectos como las termitas.

3.2 LÍNEA BASE DE LA CALIDAD DEL AIRE Y EL CONFORT

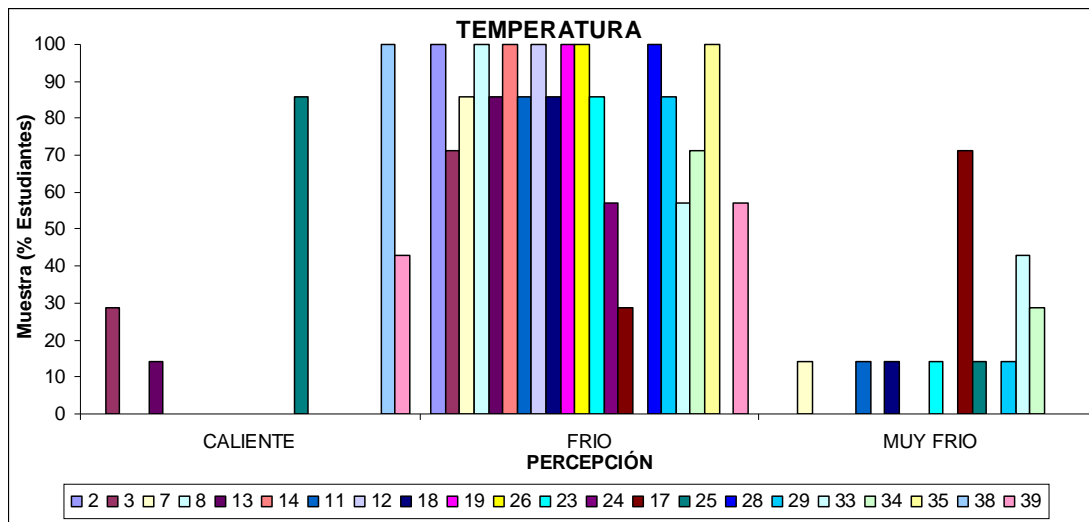
Se aplicó la encuesta a los estudiantes de los grados tercero a undécimo, tomando una muestra de 7 estudiantes por salón; en los grados de transición a segundo no se aplicó la encuesta ya que se torna complicado evaluar cada uno de los parámetros a niños que aún no entienden los conceptos y no pueden comunicar de una manera clara sus percepciones. También se aplicó la encuesta a todos los docentes, a los que se pidió informar acerca de las condiciones de los salones de los profesores de primaria y secundaria, así como los salones de informática para los docentes de dicha asignatura.

Una vez realizada las encuestas se procedió a tabular la información con lo que se encontraron los siguientes resultados:

3.2.1 Parámetros Físicos

A. Temperatura. El parecer de los estudiantes es que todos los salones son fríos, en especial el salón 17 según el 71,43% de sus ocupantes, a diferencia del salón 25 que a pesar del sistema de ventilación es considerado como caliente por el 85,71% de los estudiantes como se observa en la figura 9.

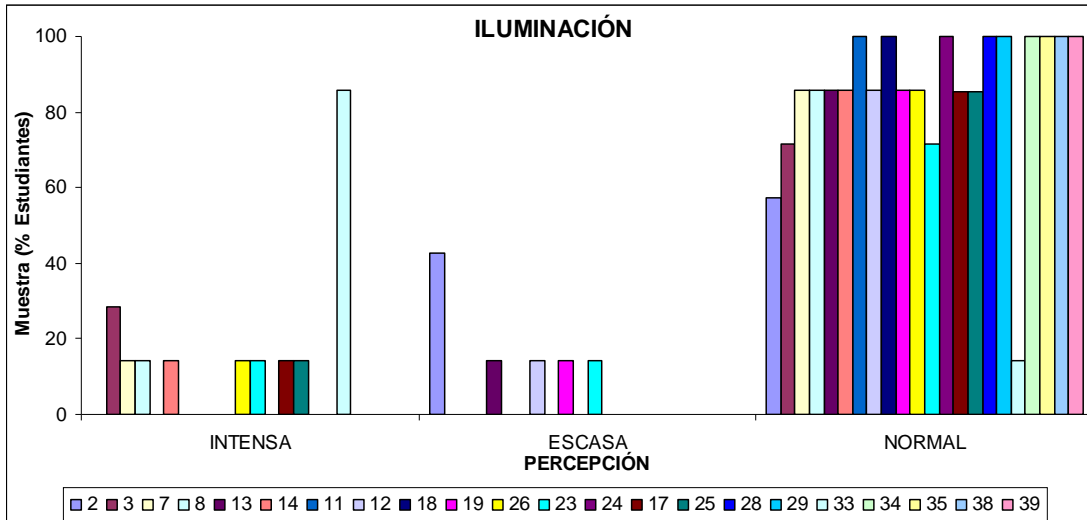
Figura 9. Percepción de la temperatura entre los estudiantes



Luego de realizar la encuesta se tomaron mediciones con la ayuda de un termómetro en varios salones encontrándose un valor mínimo de 21⁰C y máximo de 24⁰C.

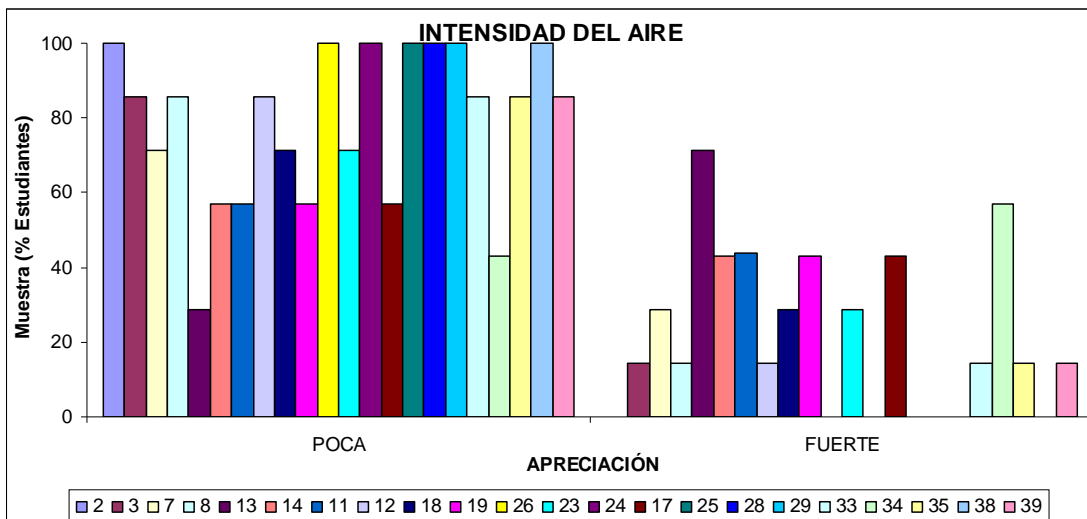
B. Iluminación. El salón que se encontró con una iluminación intensa fue el No 33 con un porcentaje del 85,71%. Los demás salones son considerados por la mayoría de los encuestados como bien iluminados. Aunque un 42, 86% de los estudiantes del salón 2 piensan que su iluminación es insuficiente (ver figura 10).

Figura 10. Percepción de la iluminación entre los estudiantes



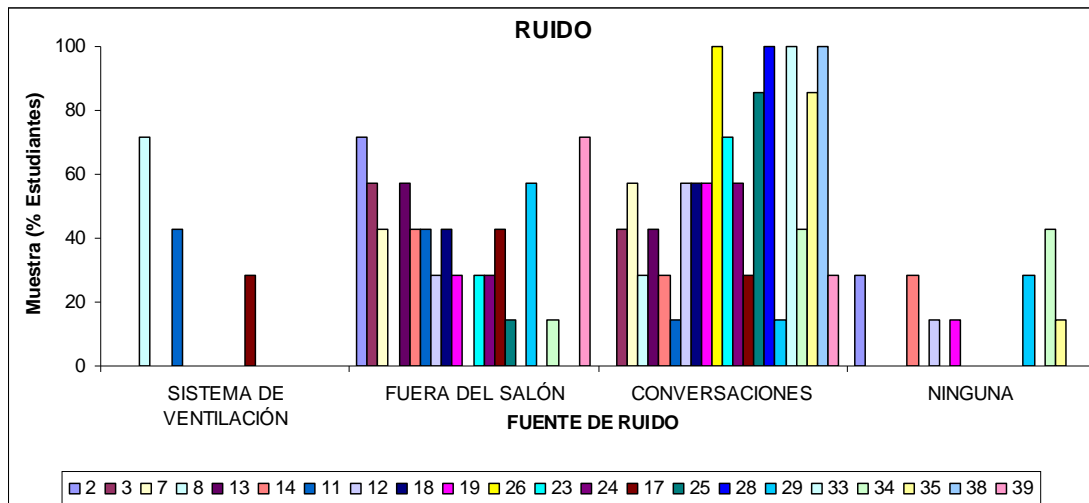
C. Volumen de Aire. De acuerdo a la figura 11, la población estudiantil en general, a excepción de los salones 13 y 34, considera que los salones reciben poco volumen de aire del sistema de ventilación.

Figura 11. Percepción de la intensidad del aire entre los estudiantes.



D. Fuente de ruido. Según la encuesta, la mayoría de las molestias por ruido se deben a las conversaciones de los mismos alumnos, como se ve en los salones 26, 28, 36 y 38; el ruido debido al sistema de ventilación solo es una molestia en los salones 8, 11 y 17, en especial el salón 11 donde lo consideran como la mayor fuente de ruido como se observa en la figura 12.

Figura 12. Percepción de las fuentes de ruido entre los estudiantes.



En la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos de las oficinas y salones especiales ya que la población se limita a una o dos personas. Se observa que los recintos más calientes son los de psicorientación, artes y sala de informática de primaria, cabe de destacar que el recinto de artes plásticas no posee aire acondicionado sino ventiladores; los recintos de banda y sala de informática de secundaria son los que poseen escasa iluminación. Entre las fuentes de ruido sobresalen las que se escuchan fuera de los recintos sobre todo en psicorientación, artes plásticas y banda.

Tabla 8. Parámetros Físicos de Recintos Especiales.

Parámetro Físico	Criterios a Evaluar	Psicorriente	Rectoría	Artes Plásticas	Música	Banda	Sala Informática Primaria	Sala Informática Secundaria
Temperatura	Frío	X	X		X	X		X
	Muy frío							
	Caliente			X			X	
Iluminación	Intensa							
	Escasa					X		X
	Normal	X	X	X	X		X	
Intensidad del aire	Poca		X	X	X	X	X	X
	Fuerte	X						
Fuente de ruido	Sistema de ventilación	X						X
	Fuera del salón	X		X		X		
	Conversaciones	X						X
	Ninguna		X		X			

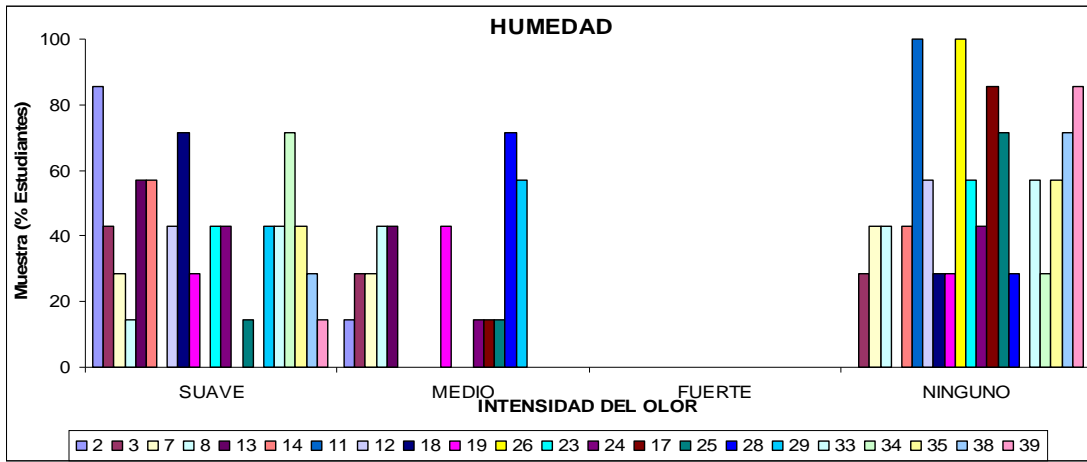
En los laboratorios no se realizó la encuesta ya que estos no presenta una población estudiantil permanente, solo se encuentran ocupados cuando se realizan experiencias las cuales no duran más de una hora de clase.

3.2.2 Parámetros Físico-Químicos.

A. Olores. En cuanto a los olores detectados por los estudiantes se encontró para los siguientes tipos:

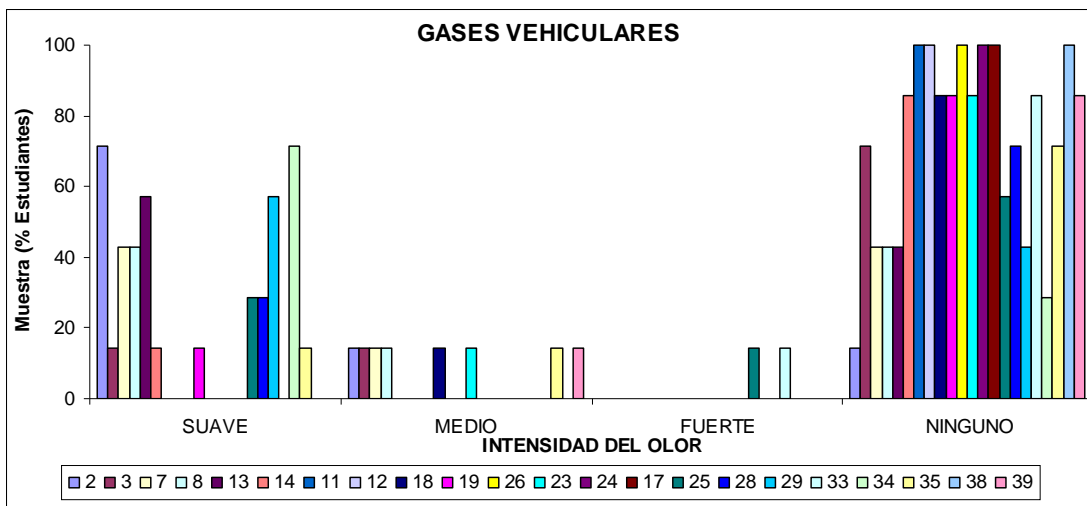
- **Humedad.** Para la humedad se encontró un olor suave en 2, 13, 14, 18 y 34 un olor medio en los salones 28 y 29; para olor fuerte no se encontró en ninguno de los salones como se observa en la figura 13.

Figura 13. Percepción del olor a humedad entre los estudiantes



- Gases vehiculares.** En la figura 14, los salones donde se detectó un olor suave son 2, 13, 29 y 34 debido a que se encuentran cerca de las vías vehiculares.

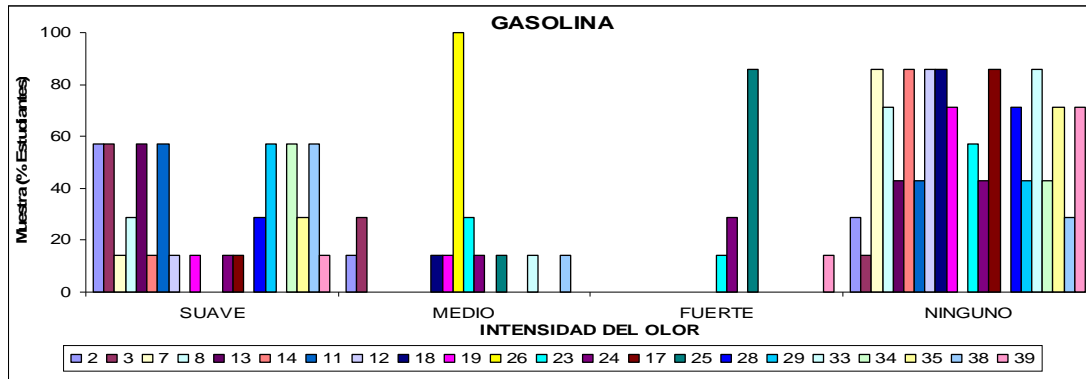
Figura 14. Percepción del olor a gases vehiculares entre los estudiantes



- Gasolina.** Se detectó un olor suave en los salones 2, 3, 13, 11, 29, 34,38, un olor medio en el salón 26 y un olor fuerte en el salón 25 como se observa en la figura 15. Se observa una correlación con los datos obtenidos

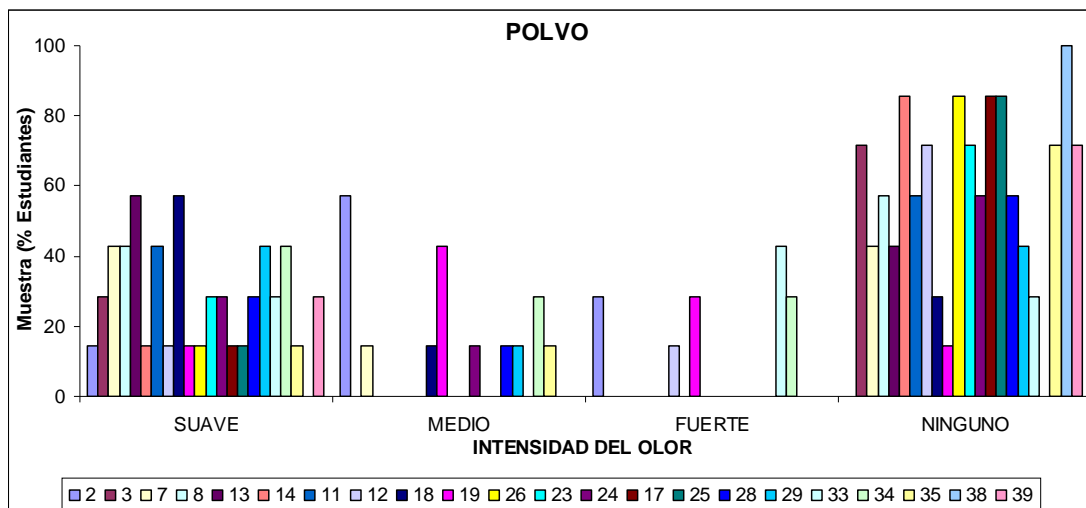
para los gases vehiculares ya que los buses escolares se parquean en las zonas próximas de esos salones.

Figura 15. Percepción del olor a gasolina entre los estudiantes



- **Polvo.** Según los resultados mostrados en la figura 16, el olor a polvo solo se detectó un olor suave en los salones 13 y 18; un olor medio en el salón 2; se asocia a la cercanía de la vía aunque en los demás salones que se encuentran también cerca no se encontró valores significativos.

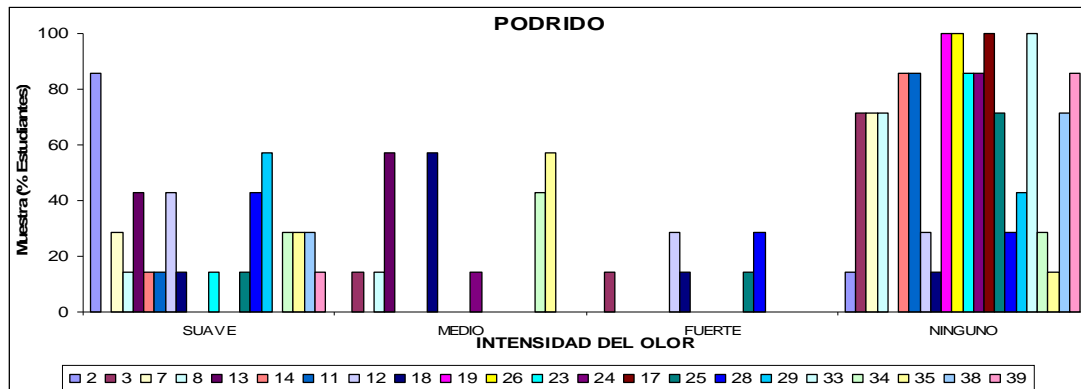
Figura 16. Percepción del olor a polvo entre los estudiantes



- **Podrido.** En la figura 17 se encontró un olor suave en los salones 2 y 29; un olor medio en los salones 13, 18 y 35, esto puede asociarse a la

humedad encontrada en estos salones que ayudan al crecimiento de hongos.

Figura 17. Percepción del olor a podrido entre los estudiantes



De acuerdo a los resultados obtenidos de la calidad del aire en la tabla 7, el material particulado total cumple con los niveles de exposición crónica en todos los datos disponibles, se observa un aumento hacia el año 2002, seguida por una disminución que se vuelve considerable hacia el año 2005.

Los niveles de dióxidos de azufre cumplen con las normas requeridas en todo el tiempo que se monitoreo el ambiente sin acercarse nunca a los valores máximos permitidos. Los niveles de ozono también se encuentran dentro de los valores permitidos, nunca encontrándose por encima del 50% de los valores máximos, aunque se muestra un valor alto en el 2001 con relación a los años posteriores.

El comportamiento de estos contaminantes puede indicar un seguimiento de sus niveles y el cumplimiento de campañas de disminución de emisiones en el GCB.

3.2.3 Parámetros de Salud

Para realizar un análisis de la incidencia de las condiciones de los recintos del colegio en la salud de los alumnos se incluyó en la encuesta una serie de preguntas que buscaba evaluarla de acuerdo a las respuestas del alumnado, debido a la gran cantidad de preguntas se separaron los resultados entre los alumnos de primaria y secundaria.

A. Ojos. Los resultados de las preguntas sobre la sintomatología para las molestias en los ojos se encuentra en primaria y secundaria se muestran en las figuras 18 y 19, respectivamente.

- **Sequedad Ocular.** La sequedad ocular en los salones de primaria no se encuentra presente a excepción de los salones 17, 18 y 19 donde alrededor del 42,86% lo reportó; la molestia se considera que mejora al abandonar los salones y se presentó escasamente durante el mes anterior a la encuesta.

En los salones de secundaria también se reporta escasamente a excepción de los salones 11, 12 y 33 con 42,86% en los 2 primeros y 57,14% en el último; de los reportados se considera que mejoran un poco al abandonar los salones y su reporte, al igual que en primaria, es mínimo en el tiempo anterior a la encuesta.

- **Escozor.** El reporte de este síntoma es un poco mayor que la sequedad ocular, con el 42,86% se encuentran los salones 14,18 y 24; los resultados no muestran una mejora apreciable al salir de los recintos y no fue ampliamente reportado durante el mes anterior a la encuesta.

Figura 18. Sintomatología asociada a los ojos en los alumnos de primaria.

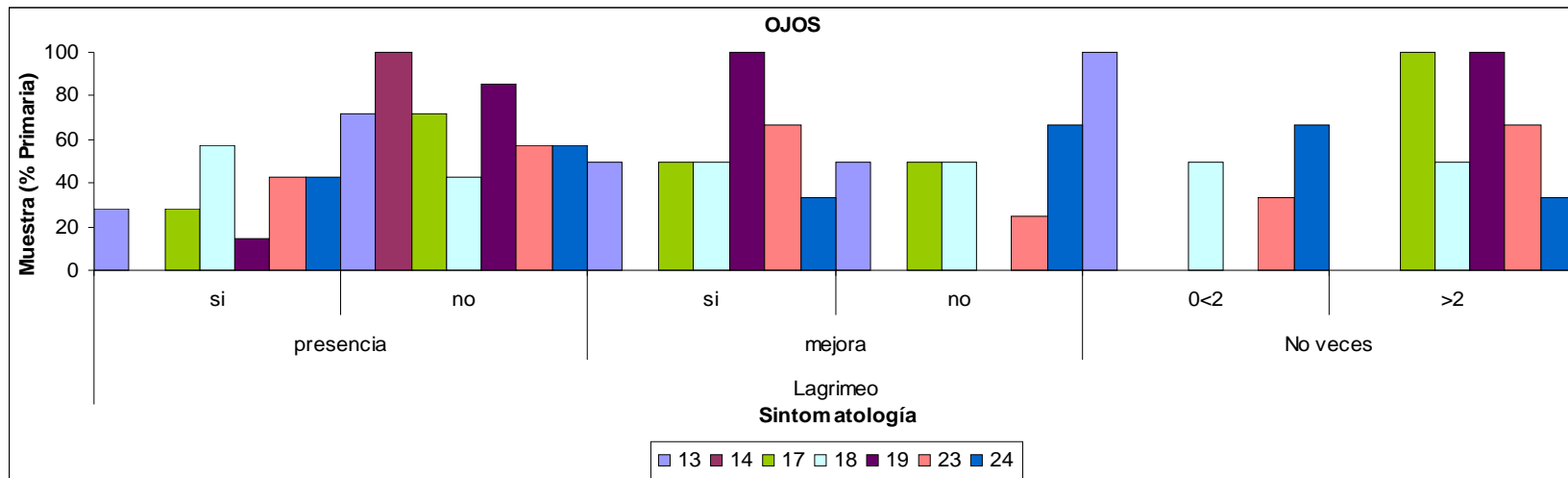
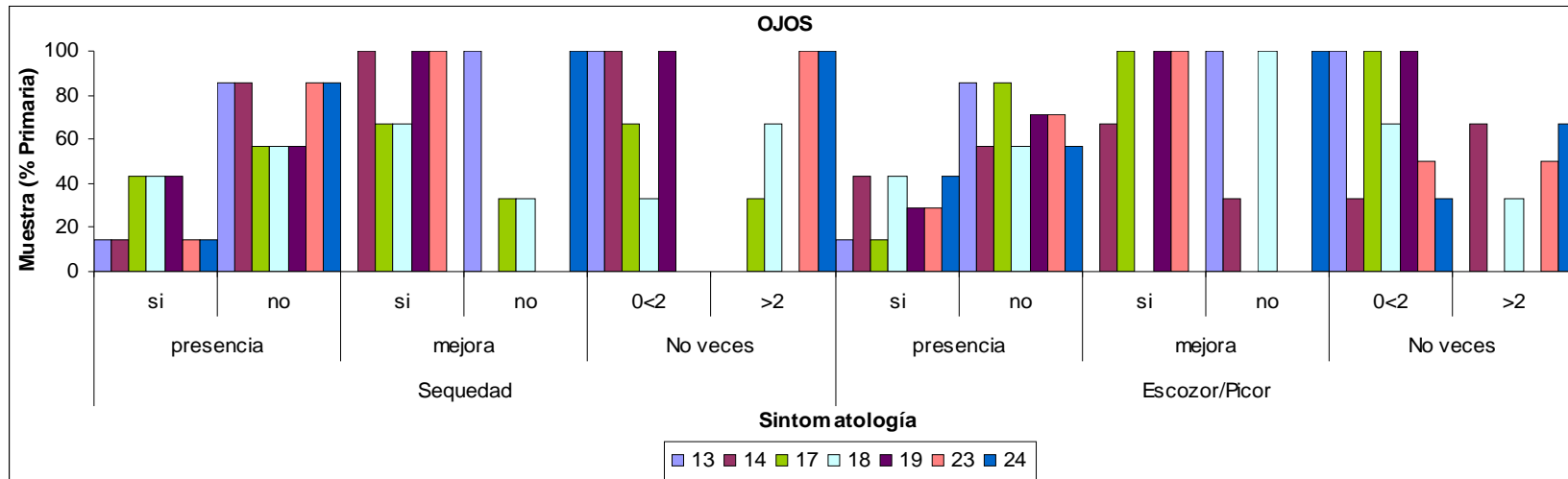
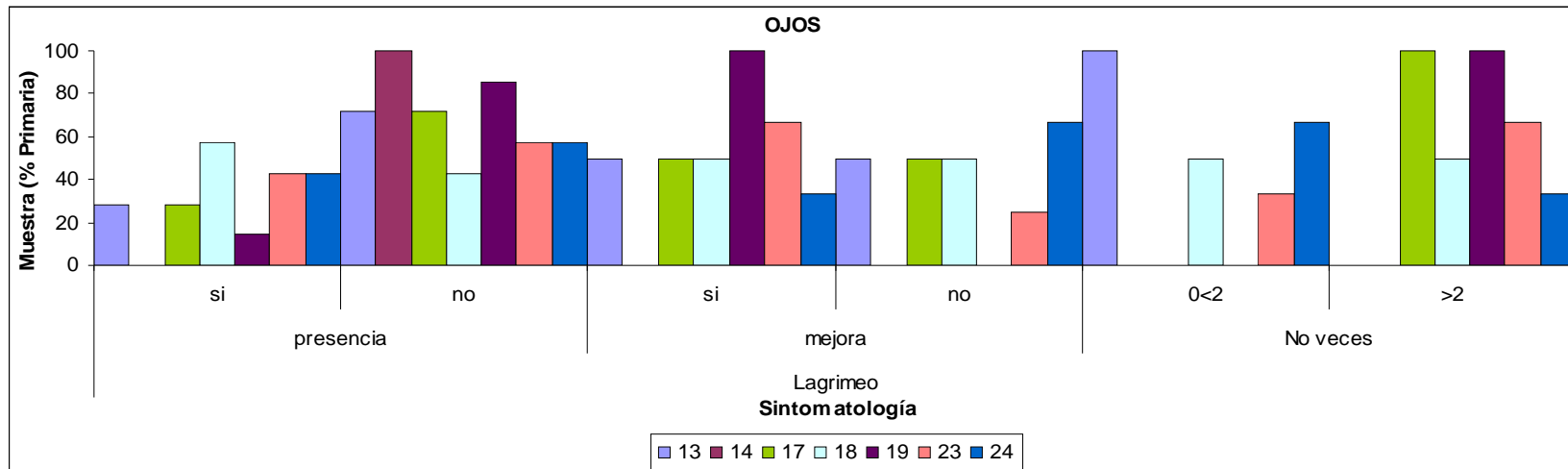
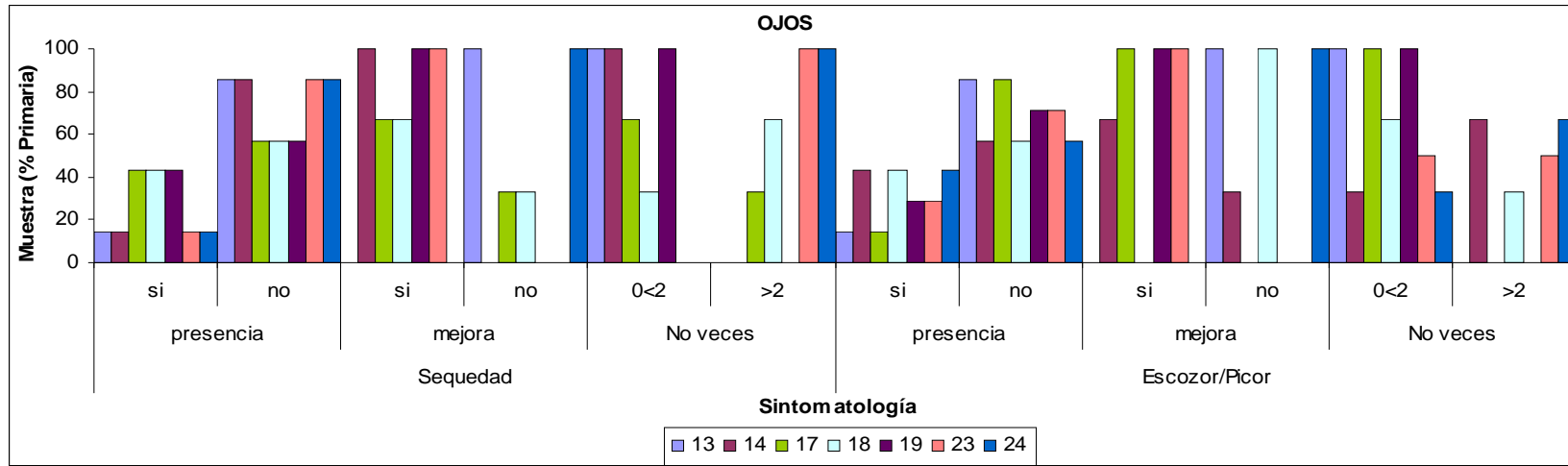


Figura 18. Sintomatología asociada a los ojos en los alumnos de primaria.



Al igual que en la encuesta de primaria este síntoma no es reportado durante el mes anterior a realizarla, además su presencia solo es apreciable en 5 aulas de 15, de estos solo se presenta mejora apreciable en 3 de ellos.

- **Lagrimeo.** En los salones de primaria solo se reportó apreciablemente en 3 de 7 salones, de los cuales solo 2 mostraron mejora al abandonar los recintos, a diferencia de los síntomas anteriores este presentó reportes apreciables durante el mes anterior.

En la secundaria se reporto el síntoma en un poco más de la mitad de los salones pero solo fue apreciable en 6 de ellos, a diferencia de primaria se reportó la mejora al abandonar los salones pero durante el mes anterior se presento muy pocas veces.

De acuerdo a los resultados obtenidos no se evidencia una sintomatología marcada que relacione la calidad del aire en los recintos con las molestias en la vista, a excepción de una pequeña presencia de lagrimeo entre los alumnos de secundaria.

B. Nariz. En las figuras 20 y 21 se encuentran los resultados de los síntomas relativos a la nariz desarrollados por los alumnos

- **Nariz Tapada.** En la básica primaria se tienen datos apreciables en 3 de 7 salones con resultados superiores al 40%, destacándose el salón 13 con una presencia del 71,43%; para la mejora de los síntomas al abandonar el salón, se encuentran resultados apreciables en los salones 17 y 23, pero en dichos salones, el porcentaje de alumnos que desarrollo el síntoma fue mínimo, 42 y 29% respectivamente, así mismo, su incidencia durante la época de la encuesta es poco apreciable a excepción del salón 14.

En la encuesta realizada a los alumnos de secundaria se reporta de forma considerable el síntoma en 12 de 15 salones con una presencia superior al 40%, en especial el salón 26 donde más del 80% de los encuestados declara sufrir de nariz tapada que mejora al abandonar las aulas, el salón 38 reporta una mejora considerable de los casos al abandonar el recinto y es uno de los más regulares en el tiempo de la encuesta.

- **Sequedad.** En la básica primaria solo es percibida en el salón 18 en alrededor del 30% de los encuestados aunque al parecer el abandonar las aulas no mejora la condición ni tampoco es muy común.

Su presencia entre los alumnos de secundaria solo es apreciable en el salón 2 con cerca del 20% donde al parecer es indiferente a la permanencia en las aulas, además es poco frecuente.

- **Goteo Nasal.** En la primaria solo se aprecia en el salón 13 con alrededor del 29%, además no presentan una mejora evidente al abandonar el aula y es muy poco frecuente.

En bachillerato es reportado ligeramente, siendo el más apreciable el salón 7 con cerca del 70% de los encuestados; abandonar los recintos parece tener una influencia positiva en el desarrollo de la molestia aunque es poco frecuente en el alumnado.

- **Estornudos.** Para la primaria se presenta principalmente en los salones 13, 18 y 24, siendo que en el 13 y el 24 es reportado por cerca del 70% de los encuestados, así mismo parece no mejorar al abandonar los recintos y no es muy común en el mes anterior a la encuesta.

Figura 20. Sintomatología asociada a la nariz en los alumnos de primaria. A. Nariz tapada y Sequedad. B. Goteo nasal y Estornudos

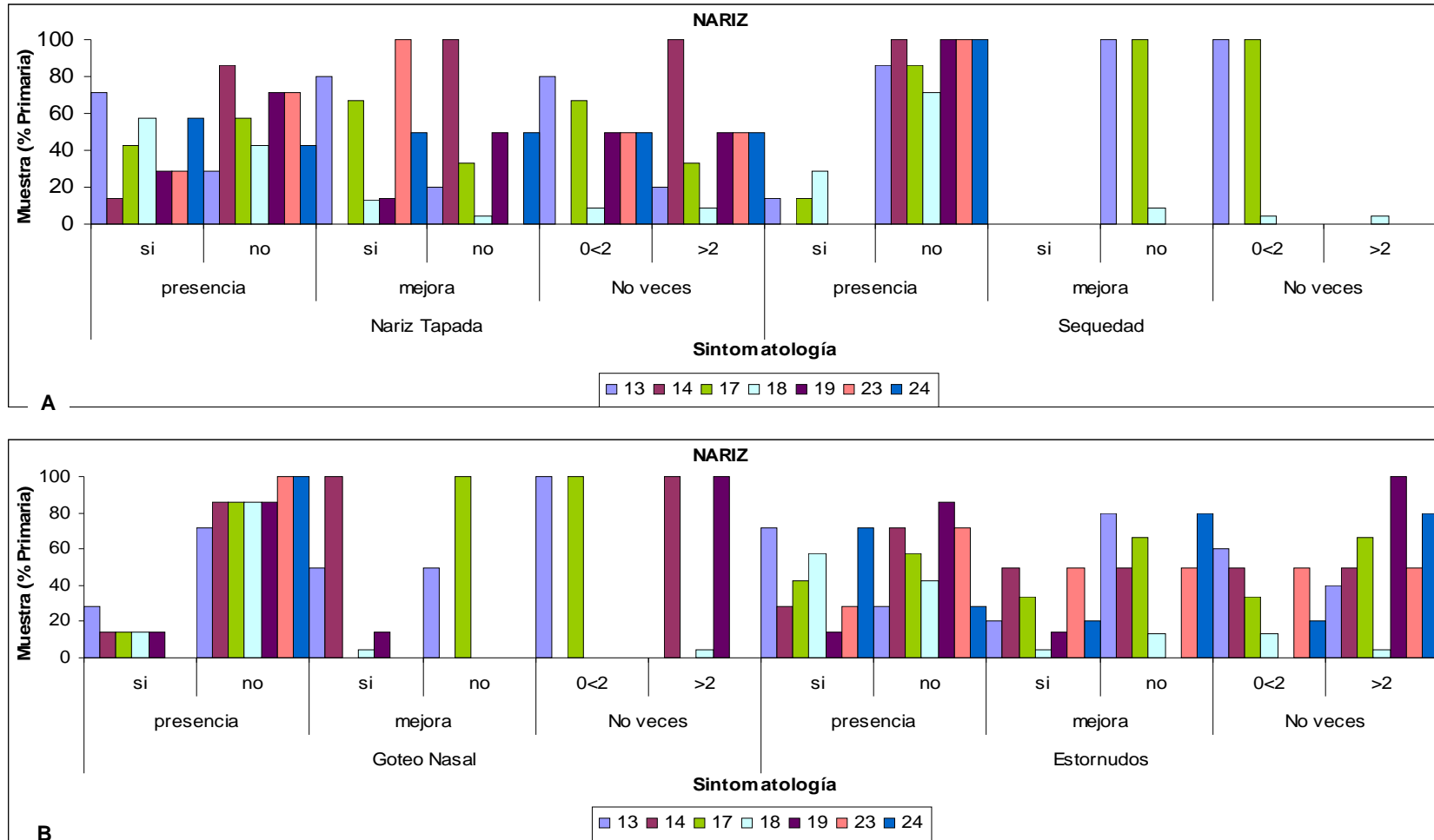
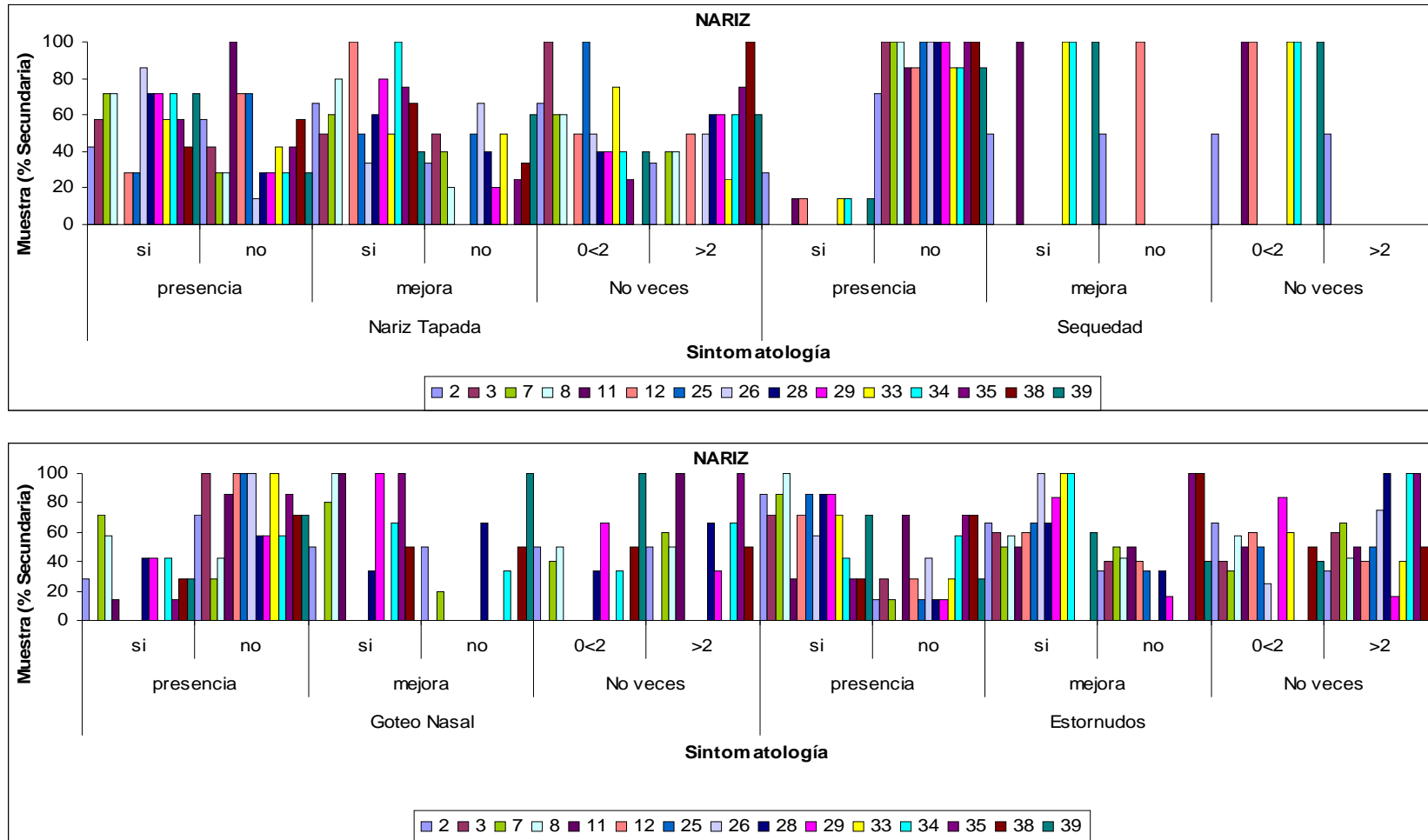


Figura 21. Sintomatología asociada a la nariz en los alumnos de secundaria. A. Nariz tapada y Sequedad. B. Goteo nasal y Estornudos



Los alumnos de secundaria reportan este síntoma en 10 de los 15 salones, en especial en el salón 8, donde el 100% de los encuestados declaró que lo padecía, además de esto, los reportes muestran que sí mejora al abandonar las aulas y es recurrente durante el mes previo a la encuesta.

Para la sintomatología de la nariz, los estornudos son los más reportados en los niños menores, esto probablemente debido a que son más propensos a desarrollar gripas y alergias.

Entre los alumnos de secundaria se presentan con mayor frecuencia problemas de estornudos y nariz tapada, debidos posiblemente a problemas alérgicos, gripas o a la presencia de polvo producido por la utilización de la tiza en la enseñanza.

C. Garganta. Los resultados de la encuesta asociados a las molestias de garganta pueden verse en las figuras 22 y 23.

- **Sequedad.** Los alumnos de primaria reportan haberla padecido en especial en los salones 18 y 23, en este último la reportan más del 80% de los encuestados; los resultados muestran la mejora al abandonar los recintos pero también que no es muy recurrente durante el tiempo de la encuesta.

Los salones de secundaria muestran que es poco frecuente en su población, a excepción del aula 33, donde más del 80% reportó padecerla, de estos reportaron mejoría a partes iguales con no percibir ningún cambio, además lo describen como poco frecuente.

Figura 22. Sintomatología asociada a la garganta en los alumnos de primaria.

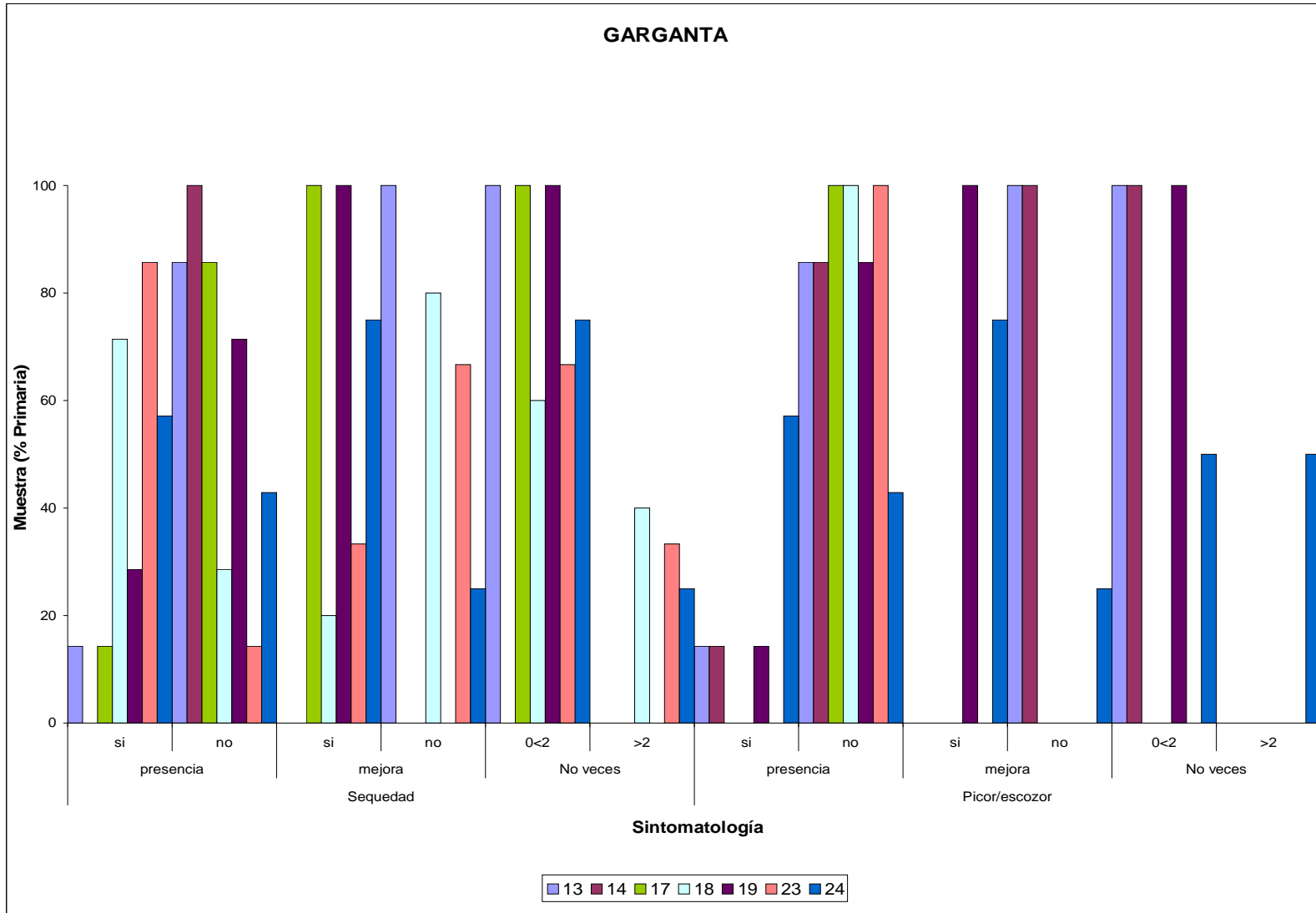
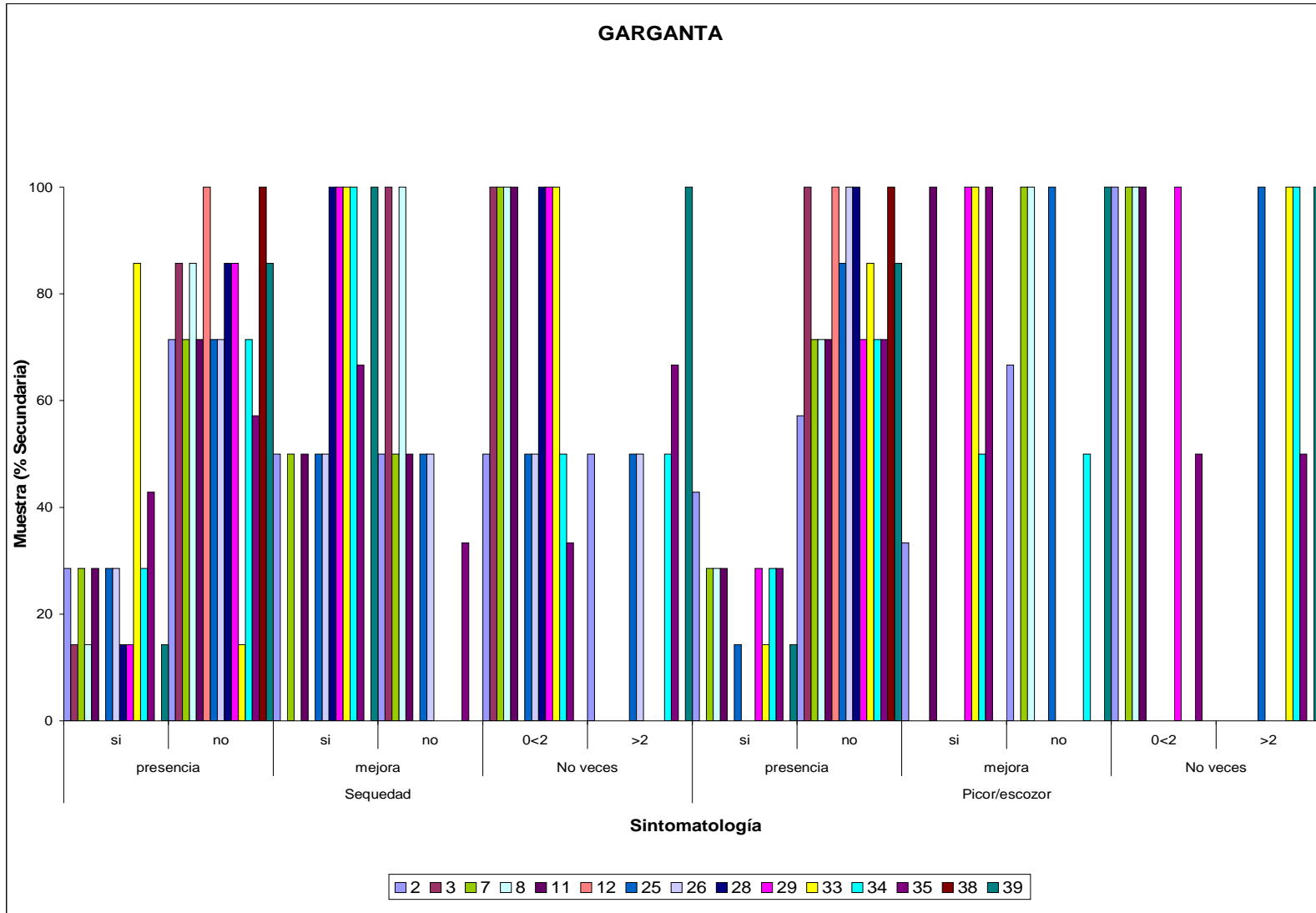


Figura 23. Sintomatología asociada a la garganta en los alumnos de primaria.



- **Picor\Escozor.** Fue poco reportado este síntoma entre los alumnos de primaria, solo el salón 24 con más del 57% mostró un resultado apreciable; la mejoría no mostró mayores resultados que cuando no se produce ningún cambio, y al parecer es poco frecuente en el alumnado.

En la secundaria, de los 9 salones que lo reportan solo el salón 2 con un 43%, tiene un porcentaje apreciable, su comportamiento es similar a la de la primaria, no presenta mejora apreciable ni tampoco es frecuente.

No se presentaron unos resultados de sintomatología apreciable para la garganta entre los alumnos encuestados de primaria y secundaria, a excepción de la sequedad, aunque esta puede asociarse con el estado fisiológico de la sed que presenta el alumnado debido a la actividad física y la temperatura ambiente.

D. Trastornos Respiratorios. Las figuras 24 y 25 presentan los resultados de la sintomatología, asociada a la garganta, presentada por los estudiantes de primaria y secundaria.

- **Dificultad para Respirar.** De los 5 reportes de primaria solo uno es debido a un porcentajes superior al 40% (salón 18), se presenta mejoría apreciable al salir del aula pero también es un síntoma muy poco frecuente.

En secundaria al parecer es aun menos frecuente, ya que de entrada en los salones donde se presento solo fue padecido por menos del 30% de los alumnos, además la mejoría no difiere mucho de los casos en que permanece sin afectarse.

Figura 24. Sintomatología asociada a trastornos respiratorios en los alumnos de primaria.

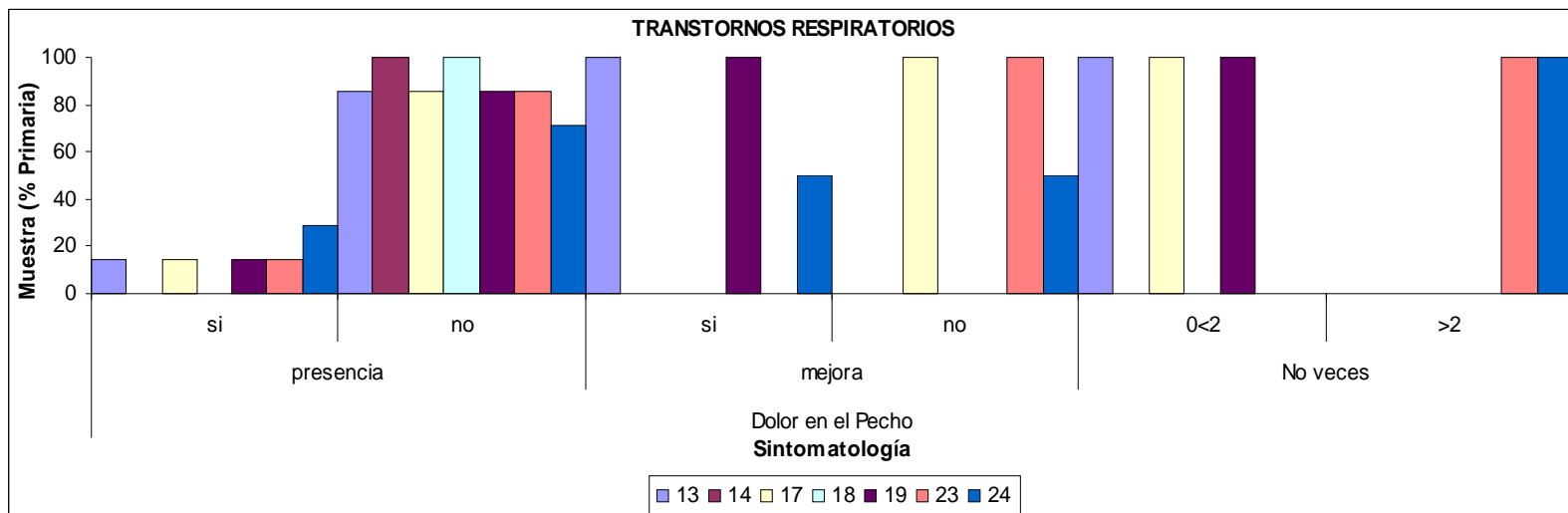
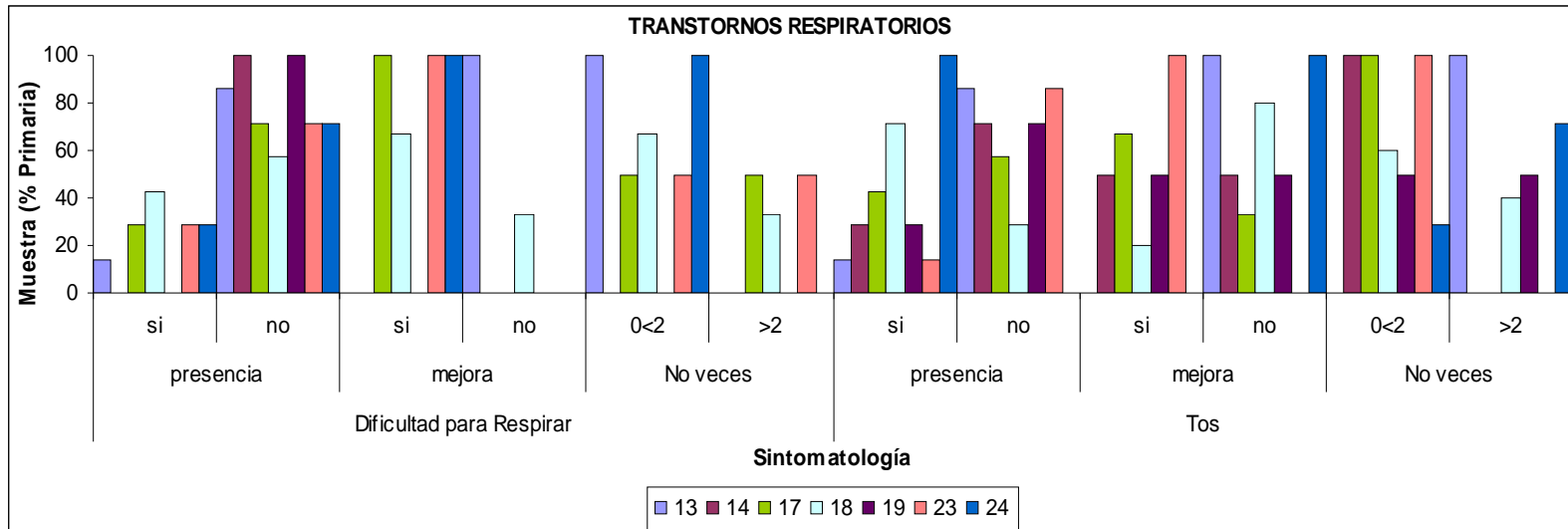
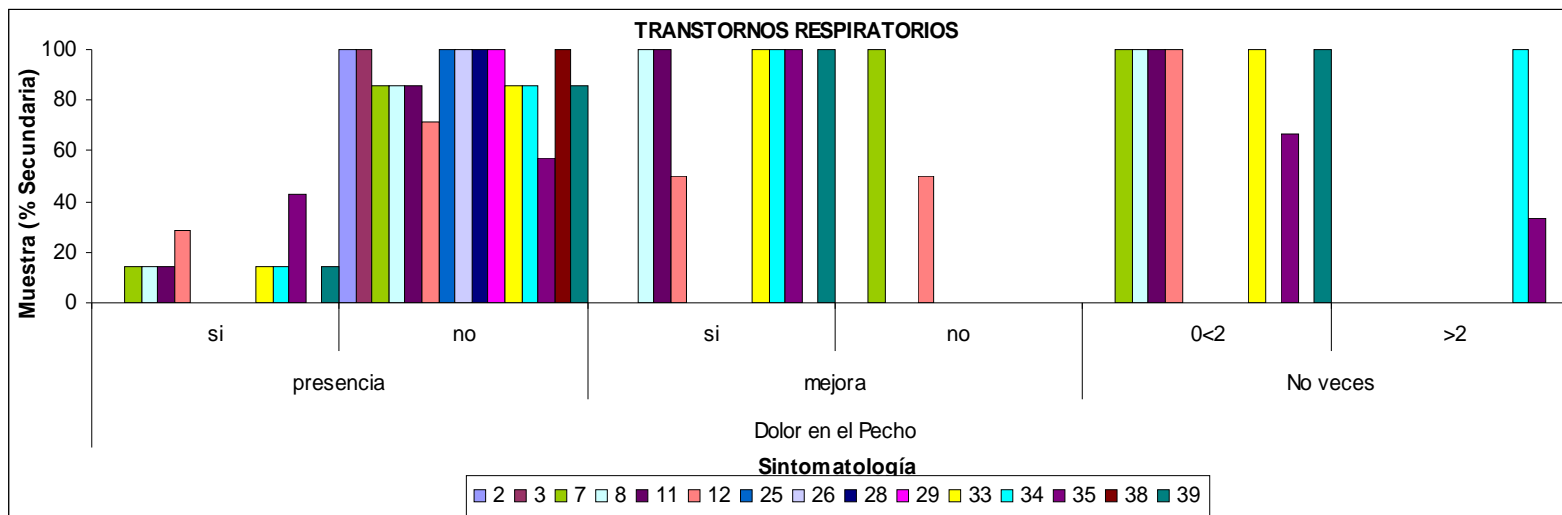
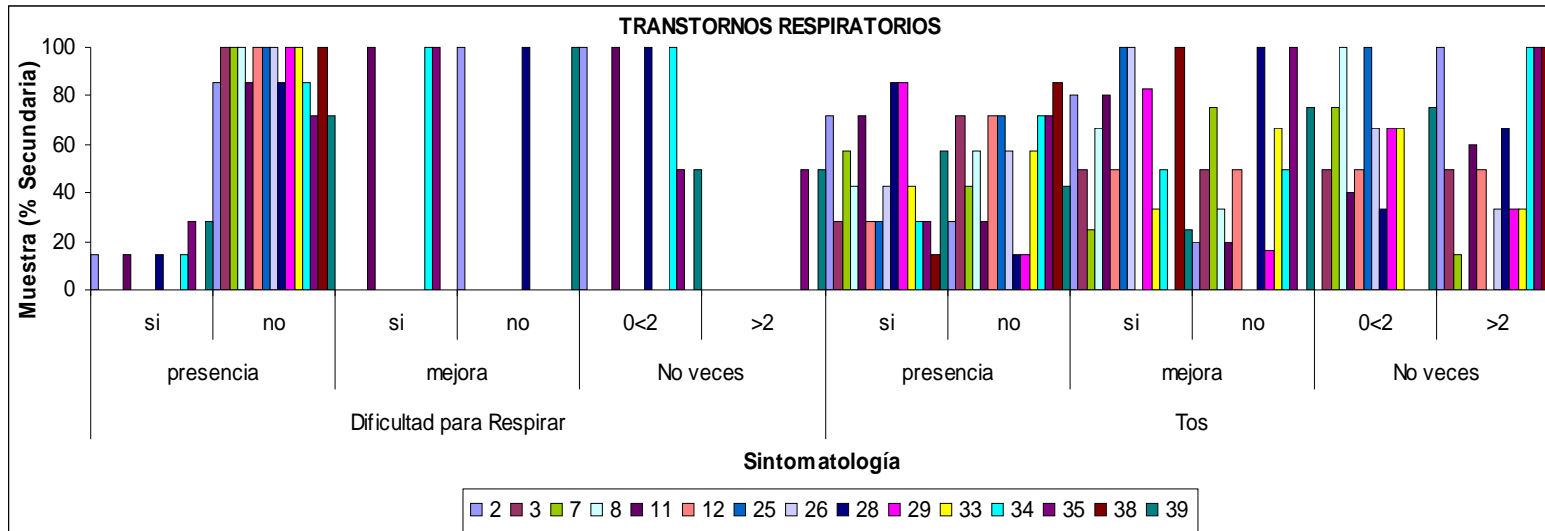


Figura 25. Sintomatología asociada a trastornos respiratorios en los alumnos de secundaria.



- **Tos.** Igual que en el caso anterior este síntoma se presenta poco a excepción de los salones 18 y 24, donde el último fue reportado por el 100% de los encuestados; al parecer la mejoría es ligeramente superior al abandonar los recintos, aunque se considera poco frecuente.

En la secundaria parece que los resultados de presencia y ausencia son similares, destacan los salones 28 y 29 donde el 80% de los encuestados lo presentó; al parecer presenta un poco de mejoría al abandonar el salón y es un poco más frecuente que los síntomas anteriores, un poco más de la mitad de los casos sucedieron en el mes anterior a la encuesta.

- **Dolor en el Pecho.** De los salones reportados en primaria solo el salón 24 presenta más del 20%, de los pocos casos reportados no se ve una mejoría al abandonar las aulas y se presenta poco durante el tiempo de la encuesta.

Para los salones de secundaria se presenta un comportamiento similar, el salón 35 es el único con un reporte apreciable superior al 40%, los casos presentes muestran una mejoría al abandonar los recintos pero es muy poco frecuente durante el mes anterior a la encuesta.

E. Trastornos Generales. Los resultados obtenidos en la encuesta para la sintomatología general se muestran en las tablas 26 y 27.

- **Dolor de Cabeza.** Al parecer es poco frecuente en primaria, solo 3 presentaron más de 40% siendo el salón 18 el mayor, aunque la mayoría muestra una mejoría significativa al abandonar el salón de clases pero fue poco reportada para el mes anterior a la encuesta.

Los resultados en este síntoma fueron de alrededor del 50% de los salones reportando casos, los casos de mejoría no fueron muy diferentes de los que no reportaron cambio y también fueron poco reportados en el mes anterior.

- **Dolor de Estomago.** Se reportó poco en primaria, solo los salones 18 y 24 mostraron cerca del 60% de los encuestados; aunque las mejorías no difieran mucho de los casos sin afectar, y su frecuencia fue mínima en el mes anterior.

En la secundaria se muestra el caso del salón 28, donde cerca del 80% de los encuestados reportó haberlo padecido, el resto difícilmente superó el 20%. Los resultados no muestran una mejoría apreciable al abandonar los salones y tampoco lo muestran muy frecuente.

- **Debilidad.** De la primaria solo el salón 23 muestra que más del 30% de los encuestados la padeció, de ellos la mayoría no mejoró al abandonar las aulas y fue principalmente poco frecuente.

Para la secundaria la mayoría no reporta haberla sufrido, los reportas no superan el 30%, de estos se reporta una mejoría apreciable pero sin ser frecuente en el alumnado.

- **Somnolencia.** En los grados de primaria se ven pocos casos apreciables, solo el salón 13 esta un poco por encima del 20%, pero sin mejoría apreciable al abandonar el salón.

En la secundaria se ven un poco más de casos, aunque sin comparar a la gran mayoría que reporta no haberla padecido; su mejoría es apreciable pero es muy poco frecuente entre los alumnos como se observa en las figuras 28 y 29.

Figura 26. Sintomatología asociada a trastornos generales en los alumnos de primaria. A. Dolor de cabeza y Dolor de Estomago. B. Debilidad y Somnolencia.

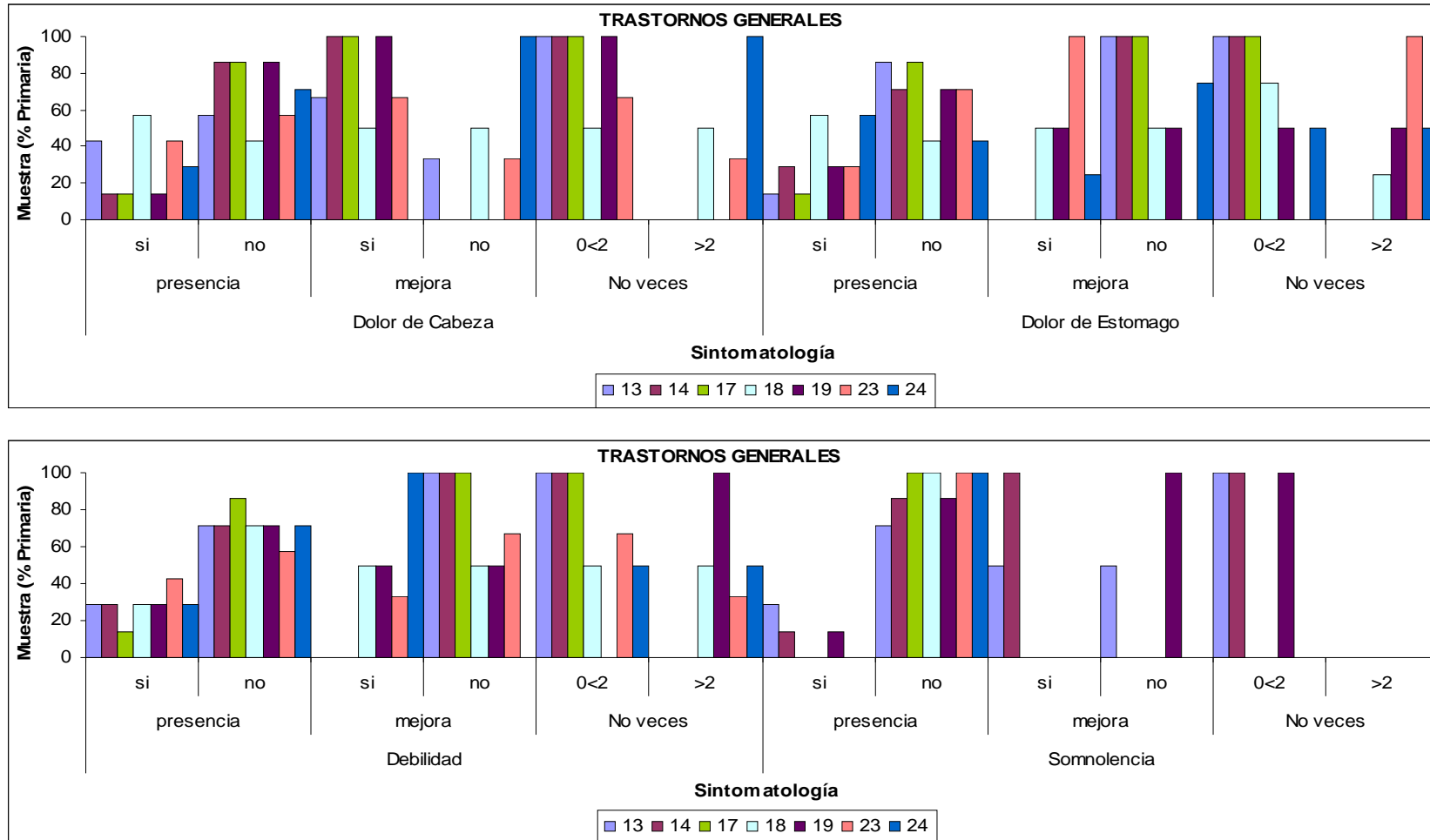


Figura 27. Sintomatología asociada a trastornos generales en los alumnos de primaria. C. Fiebre y Escalofríos.

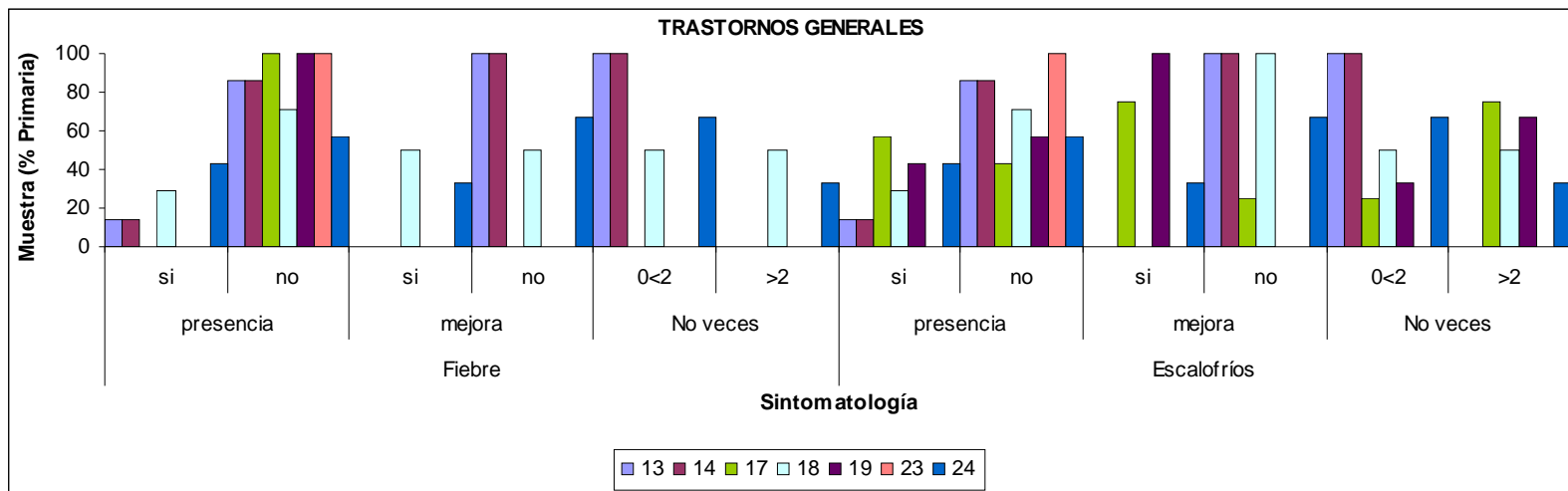


Figura 28. Sintomatología asociada a trastornos generales en los alumnos de primaria. A. Dolor de cabeza y Dolor de Estomago. B. Debilidad y Somnolencia.

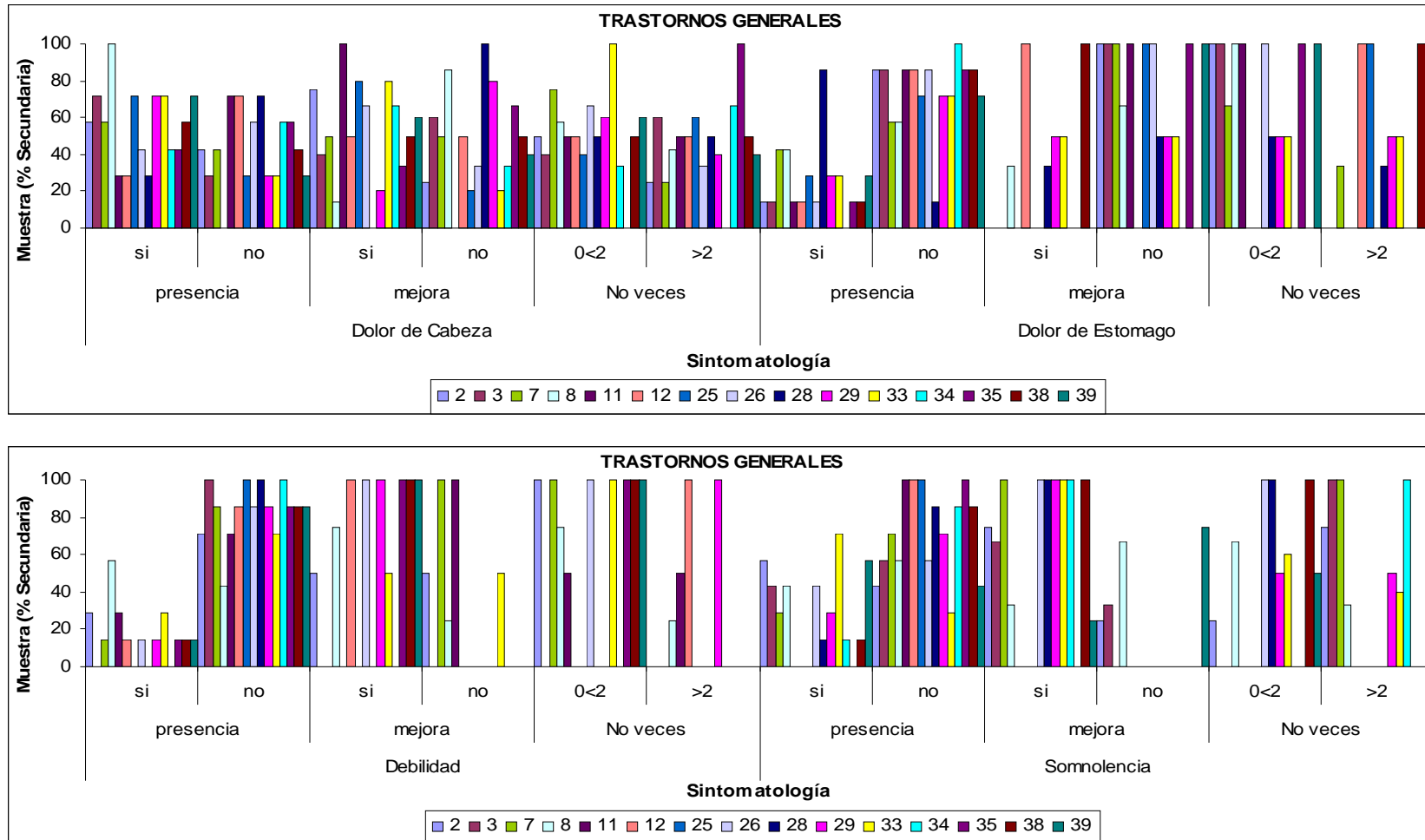
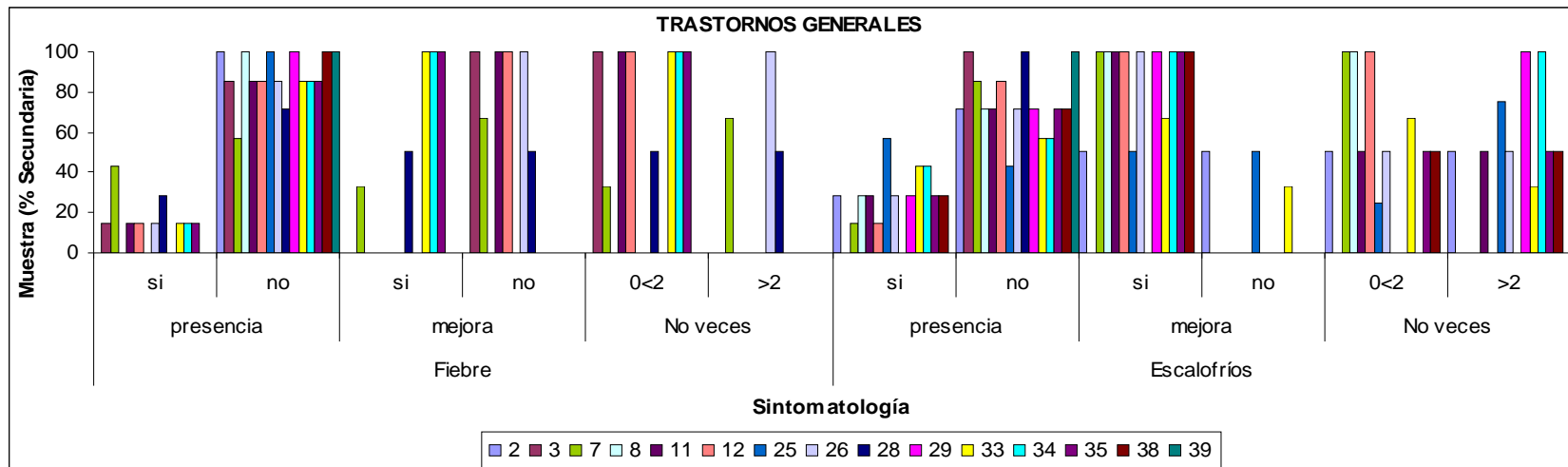


Figura 29. Sintomatología asociada a trastornos generales en los alumnos de primaria. C. Fiebre y Escalofríos.



- **Fiebre.** En primaria solo los salones 18 y 24 reportan más del 20% de afectados, el ultimo con poco más del 40%; no muestran mejoría al abandonar las aulas y son poco frecuentes en el tiempo anterior a la encuesta.

En los grados de secundaria casi la mayoría reporta no haberla padecida, el salón 28 tiene el mayor dato con menos del 30% de encuestados. No se muestra una mejoría apreciable y es poco frecuente entre los alumnos.

- **Escalofríos.** De la primaria los salones 19 y 24 son los más reportados con un poco más del 40% de los encuestados. Presenta una mejora mínima al abandonar las aulas pero siendo poco frecuente en la época de las encuestas.

Los resultados de secundaria muestran principalmente a los salones 25 y 33, el primero con casi 60% de los encuestados, y se evidencia una mejora al abandonar el salón y una frecuencia mayor a los anteriores síntomas.

Además de la encuesta se recolectó información sobre sintomatología presentada por los estudiantes de la enfermería del colegio encontrándose los siguientes resultados (ver tabla 9):

Tabla 9. Registro de sintomatología de visitas de estudiantes a la enfermería.

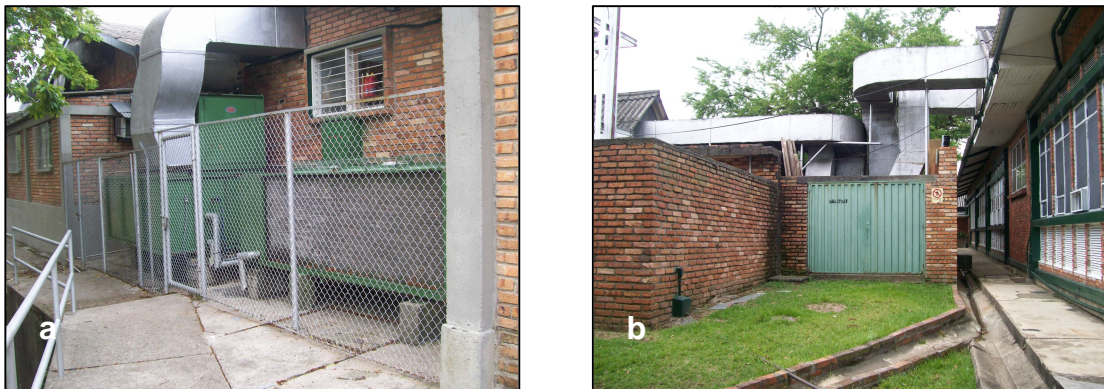
Mes	Dolor De Cabeza	Dolor De Garganta	Dolor De Oído	Hemorragia Nasal	Fiebre	Malestar General	Vomitos	Nauseas	Mareos	Dolor De Estomago	Congestión Nasal	Tos	Amigdalitis	Conjuntivitis
ENERO	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	21	1	1	0	6	0	2	1	1	0	0	0	0	0
MARZO	27	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ABRIL	24	4	0	0	5	2	6	3	0	8	1	2	1	0
MAYO	44	3	5	0	1	8	0	0	0	5	0	0	0	0
JUNIO	10	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2
JULIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Los síntomas más frecuentes son: dolor de cabeza, fiebre, malestar general y dolor de estómago, los cuales se relacionan con los datos obtenidos en las encuestas.

3.3 LINEA BASE DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Se identificaron las características del sistema de aire acondicionado de la institución, el cual se encuentra organizado a través de 9 unidades manejadoras distribuidas en los bloques en que se encuentra dividido la institución, cada una se encarga de 2 pasillos de cada bloque, como las que se pueden observar en la figura 26.

Figura 30. Ejemplo de unidades manejadoras de aire: a. Vista del sistema de succión de aire externo. b. Conductos de reparto de aire.



El sistema de aire acondicionado realiza un proceso de recirculación del aire a través de las rejillas como las mostradas en la figura 27. En la figura 28 se observa que algunas las salas de las unidades manejadoras son también utilizadas como bodegas para almacenar diferentes materiales

Figura 31. Ejemplos de rejillas del sistema de acondicionamiento de aire.



Figura 32. Cuarto de recirculación del aire del Split 30 TR.



Se aplicó la encuesta correspondiente al sistema el aire acondicionado encontrándose los siguientes aspectos:

Las unidades manejadoras se encuentran distribuidas de la siguiente manera (ver Anexo 2) :

- Split 25 TR: Auditorio, sala de familia 1 y 2, salones del 11 al 14 y bodega de materiales.
- Split 15 TR: Salones 16 al 19.

- Split 20 TR (SAA3702H): Sala de profesores de bachillerato, salones 38 y 39.
- Split 30 TR (SAA3702C): Sala de profesores de primaria, laboratorio de física y salones del 21 al 26.
- Split 20 TR: Capilla.
- Split 15 TR (SAA3702B): Salones 28 al 32.
- Split 10 TR (SAA3702G): Biblioteca y oficinas administrativas.
- Split 50 TR (SAA3702F): Sala de informática de primaria, salones 2 al 8, sala de deportes.
- Split 15 TR (SAA3702A): salones 33 al 35, laboratorio de Biología.

Las 9 unidades manejadoras poseen filtros de guata que solo atrapan material particulado.

Las tomas de aire externas se encuentran libres de obstrucciones, a su vez las unidades se encuentran en cuartos rodeados de malla para evitar su manipulación. Los alrededores se encuentran libres de contaminantes a excepción de los Split 10TR y 50 TR debido a su proximidad a la vía vehicular y al sitio de parqueo de los buses del colegio (fotos).

Se observó acumulación de polvo a nivel de conductos y rejillas (ver figura 29), por lo que se hace necesario tomar medidas para evitar la continua acumulación de polvo que ayuda a la presencia de posibles agentes biológicos causantes de enfermedades.

El laboratorio de química posee un sistema de aire acondicionado independiente formado por dos Split que se utilizan solo durante las clases, aparte de esto tiene dos ventanas de ventilación, a pesar del acondicionamiento se acumulan olores en el recinto debido a los diferentes reactivos que se guardan en los gabinetes.

El laboratorio de biología no cuenta con una unidad independiente, hace parte del circuito del Split 15 TR, haciendo más posible la contaminación del aire que circula a los salones que hacen parte del sistema debido a los experimentos realizados.

La empresa Proyectos y Servicios es encargada del mantenimiento del aire acondicionado, realiza básicamente la limpieza, revisión, ajustes, correcciones y reparaciones de los equipos. El proceso de mantenimiento se divide en dos etapas:

3.3.1 Mantenimiento Preventivo de Sistemas de Aire Acondicionado en General

Se realizan inspecciones periódicas programadas que consisten en:

- Lectura de amperajes y voltajes de todos los elementos del equipo, como son motores y motocompresores.
- Estado de los controles de presión, temperatura
- Estado de los serpentines e intercambiadores
- Chequeo por fugas de refrigerante a tuberías y accesorios de las líneas de refrigerante.
- Análisis de ruidos y supresión de aquellos que no son propios del funcionamiento, inspección de filtros de aire.
- Inspección de gabinetes; latonería y pintura.
- Evaluación de los sistemas de ventilación, alineación y mantenimiento.
- Evaluación de los sistemas de aislamiento térmico tanto de equipos como de conductos de ventilación.
- Limpieza, balanceo, ajustes de difusores, rejillas de suministro y retorno.
- Ajustes eléctricos y mecánicos.

Para realizar el programa de mantenimiento se requiere documentar los procedimientos y resultados dentro de formatos los cuales forman parte de un manual de aseguramiento de la calidad. Los formatos contienen los siguientes datos:

- Cuadro de datos generales del equipo
- Hojas de control, donde se escriben todos los datos que se ejecuten.

Se lleva un registro de la descripción de las tareas mínimas a realizar, tales como:

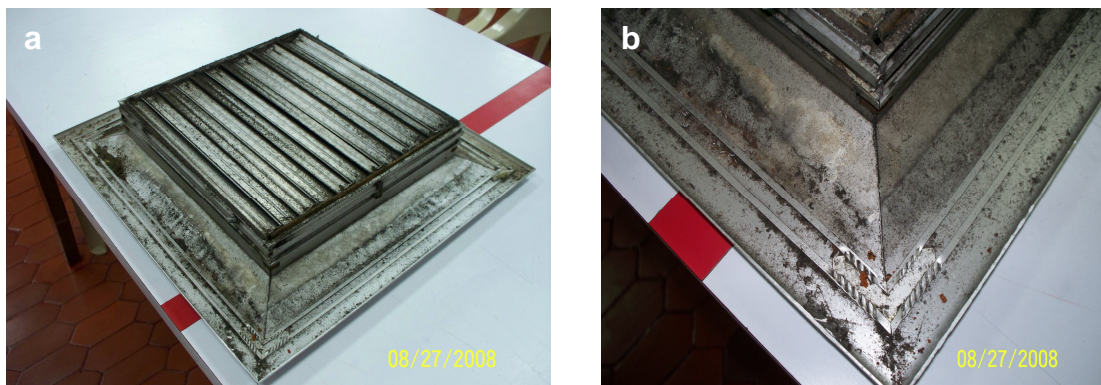
- Mantenimiento de las unidades manejadoras (Consolas), cuyas tareas se distribuyen trimestral, semestral y anualmente.
- Mantenimiento de las unidades condensadoras, cuyas tareas se distribuyen trimestral, semestral y anualmente.

3.3.2 Mantenimiento Correctivo

Se realiza cuando lo requieran los equipos y sin interferir con las actividades programadas para el mantenimiento preventivo.

Al realizar las pruebas microbiológicas se encontró la presencia de cocos gram-positivos y hongos haciendo evidencia la falta de mantenimiento a nivel de dichos conductos como se observa en la figura 29.

Figura 33. Ejemplos de suciedad en las rejillas y conductos del sistema de ventilación.





4. DISCUSIÓN

4.1 PARÁMETROS FÍSICOS

De acuerdo con los resultados de la encuesta relacionada con la temperatura en los diferentes recintos del colegio El Rosario se considera el salón 17 como el más frío, mientras los salones señalados calientes fueron el número 25, la sala de informática de primaria y el salón de artes; el resto de los recintos fueron considerados como fríos. Es importante destacar los choques térmicos a los cuales están sometidos los estudiantes al cambiar de un recinto climatizado hacia el caluroso ambiente externo, ya que la temperatura promedio ambiente es de 34.2°C y en el interior de los salones oscila entre los 21 y 24°C encontrándose una diferencia de hasta 13°C . De acuerdo a los datos climáticos, las temperaturas instantáneas pueden llegar hasta los 43°C haciéndose más amplia la diferencia con la temperatura interna de los recintos.

El salón de artes carece de sistema de aire acondicionado debido a los materiales utilizados en las actividades de los niños como las pinturas de óleo y la trementina.

En cuanto a la iluminación no se tuvieron registros cuantitativos de la intensidad, solo se tuvo una percepción subjetiva de los estudiantes, los cuales registraron solo un salón con baja intensidad, se incluye también el salón de banda y el de informática de secundaria. Es necesario determinar la intensidad que poseen los salones en relación a las actividades académicas que desarrollan los estudiantes, en trabajos anteriores se han

establecido intensidades óptimas de acuerdo a dichas actividades (El confort en el diseño bioclimático); en el caso del colegio cabe destacar que para las actividades con esfuerzo visual alto o muy alto de poca duración como lecturas, dibujos, son necesarios valores de 750 lux, de este modo se puede evitar la fatiga visual que pueden presentar los estudiantes en la realización de dichas actividades; pero de acuerdo a los resultados obtenidos, los estudiantes consideraron que la mayoría de los salones poseen una buena iluminación.

Dentro del parámetro de confort lumínico es indispensable tener en cuenta algunos factores que puedan afectarlo tales como el contraste y el deslumbramiento que impiden la adecuada percepción dentro del campo visual, dificultad registrada por algunos estudiantes durante la encuesta en donde el reflejo de la luz en los tableros, ya sea en los de marcador o en algunos tableros que fueron pintados con pintura brillante, dificultaba la visibilidad, por lo tanto es importante tener en cuenta la refracción de las superficies o la ubicación de los bombillos dentro del salón de clase.

Dentro del parámetro del volumen del aire, se compararon los resultados de éste con la temperatura dentro de los recintos, de lo cual se puede inferir que el aire usado para la ventilación no está llegando a la suficiente temperatura para lograr crear una diferencia que contrarreste el ambiente externo.

El ruido generado por la conversación de los estudiantes en el interior de los recintos es el factor más predominante dentro de las fuentes de ruido, seguido de las generadas en los pasillos, esto se debe al tránsito de los estudiantes que cambian de salones para recibir clases como las de informática, música o las que se realizan en el salón de audiovisuales, también los ruidos generados en los descansos ya que el horario es diferente para primaria y secundaria. Este factor puede incidir en el confort de los

estudiantes generando diferentes sintomatologías como: estrés, falta de atención, dolores de cabeza y malestar general.

4.2 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

El olor a polvo es escaso dentro de los recintos debido al aseo general que se realiza con regularidad, las otras fuentes que pueden generar la sensación de polvo, son las vías vehiculares y la tiza que todavía es utilizada para dar clases.

No solo la humedad de los conductos es considerada como fuente de malos olores en los salones, sino también los animales muertos en las cercanías de las tomas de aire, o incluso, el guano de murciélagos que residen en diferentes puntos de los techos.

Cabe destacar que dentro del laboratorio de química los estudiantes detectan olores fuertes al momento de entrar, dicho recinto solo cuenta con dos aires acondicionados y dos extractores los cuales no son suficientes para ventilar el recinto, sumado a esto no se cuenta con un adecuado almacenaje de los diferentes reactivos que se utilizan en la practicas lo que conlleva a que predomine dichos olores.

4.3 PARÁMETROS DE SALUD

Dentro de los parámetros de salud establecidos en las encuestas los síntomas que más se observan en la población estudiantil fueron: tos, dolor de pecho, dolor de cabeza, dolor de estómago y escalofríos, los cuales también coinciden con los datos obtenidos de enfermería de los cuáles con

mayor incidencia fueron dolor de cabeza, fiebre, malestar general y dolor de estómago; estos pueden ser un reflejo de los cambios bruscos de temperatura, ya que existe una diferencia muy marcada entre la temperatura de los salones y la del medio ambiente, por ejemplo al volver los estudiantes de las clases de educación física sufren un choque térmico al momento de entrar a los recintos, lo que puede ocasionarles algunos síntomas como: goteo nasal, dolor de cabeza, espasmos musculares.

También es importante destacar cuando se presentan casos de gripe, los cuales se dispersan con gran facilidad debido al sistema de aire acondicionado.

4.4 SISTEMA DEL AIRE ACONDICIONADO

Se destacan fallas a nivel de sistema de aire acondicionado en cuanto a la temperatura ya que no hay uniformidad en los recintos, se desconoce también la humedad que genera y el caudal de ventilación, parámetros predominantes para el confort.

Las unidades manejadoras poseen un filtro de guata el cual se cambia solo una vez al año; en todo este tiempo se acumulan gran material particulado generando un ambiente propicio para el crecimiento de microorganismos que pueden contaminar la calidad del aire que circula por los conductos el cual se ha evidenciado por los resultados de las pruebas microbiológicas realizadas donde se encontró crecimiento leve de bacterias de tipo gram positivas y hongos.

Si bien es cierto que los equipos reciben un mantenimiento de tipo mecánico, no se tienen registros relacionados con el mantenimiento de los ductos

donde ya se refleja acumulación de partículas como se observa en las figura 29.

Actualmente en algunos de los cuartos de las unidades manejadoras sirven de bodega de diferentes materiales los cuales pueden generar diferentes contaminantes químicos, material particulado o microbiológicos que pueden contaminar la calidad del aire que entra al sistema del aire acondicionado.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a la aplicación de la prueba piloto en el Colegio El Rosario se puede concluir los siguientes aspectos

5.1 PARÁMETROS FÍSICOS

Se definieron los parámetros de confort, fisicoquímicos y microbiológicos pertinentes para evaluar las condiciones propias del colegio El Rosario.

Se encontraron deficiencias en los parámetros de temperatura, iluminación, volumen del aire y fuentes de ruido en diferentes recintos del colegio El Rosario.

Dentro del diseño metodológico se elaboraron recomendaciones para mejorar cada uno de los parámetros establecidos.

No se encontró dentro de los registros de las estaciones de calidad del aire, niveles fuera de la norma, de contaminantes externos que pudieran incidir en la calidad del aire interno de los recintos del colegio El Rosario.

5.2 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Los salones donde se detectó un mayor número de olores fueron: 2, 13, 18, 29 y 34, en los diferentes rangos (suave, medio o fuerte) para los olores de humedad, gases vehiculares, gasolina, polvo y podrido.

5.3 PARÁMETROS DE SALUD

Existe una marcada sintomatología entre la población estudiantil como dolores de cabeza, pecho y estómago, esto puede deberse a los cambios bruscos de temperatura al que están sometidos los estudiantes cuando salen o ingresan a los recintos.

5.4 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Existen deficiencias en el sistema de aire acondicionado reflejado en la falta de uniformidad de la temperatura, mantenimiento de los conductos, mantenimiento de los filtros, uniformidad en el caudal de ventilación.

6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de la prueba piloto realizados en el colegio El Rosario se elaboran las siguientes recomendaciones que ayudarán a mejorar la calidad del aire y confort en sus recintos:

6.1 INSPECCIÓN GENERAL DEL PLANTEL

- Reparar los puntos de humedad identificados para prevenir mayor crecimiento de hongos.
- Seleccionar sitios independientes de almacenamiento de los implementos de aseo, limpieza y desinfección con el resto de materiales de la bodega donde actualmente se encuentran.
- Elaborar y poner en práctica un manual de aseo, limpieza y desinfección de los diferentes recintos, incluyendo los laboratorios, donde se especifiquen los diferentes procedimientos de cada uno de los aspectos mencionados los cuales permitirán minimizar la contaminación del aire interno por agentes biológicos (bacterias y hongos)
- Elaborar las fichas sobre datos de seguridad y manejo de las diferentes sustancias utilizadas para el aseo, la limpieza y desinfección. Cabe destacar que es importante utilizar, en lo posible, sustancias biodegradables que no contaminen el medioambiente.
- Cambiar los tableros de tiza por acrílicos para eliminar el polvo producido por la tiza.

6.2 LÍNEA BASE DE LA CALIDAD DEL AIRE Y CONFORT

- Se requiere establecer claramente a través de mediciones antes y durante la ocupación de cada recinto, de los parámetros físicos y físico-químicos, para verificar los resultados obtenidos en las encuestas y poder ejecutar las acciones de mejora de una manera más eficaz.
- Se puede realizar un formato especial de las encuestas que explica da uno de los parámetros a través de gráficas que puedan entender los estudiantes de transición a segundo grado para incluir la evaluación de los recintos de dichos cursos.

6.3 PARÁMETROS FÍSICOS

- Temperatura. Optimizar el funcionamiento del sistema de aire acondicionado para que en todos los recintos posean la misma temperatura.
- Iluminación. Continuar con la sustitución de los bombillos individuales ahorradores de energía ya que presentan una mejor iluminación.
- Volumen del aire. Verificar el caudal y la recirculación del aire en los recintos
- Fuentes de ruido. Realizar campañas sobre contaminación auditiva que minimicen las fuentes de ruido tanto internas como externas de los recintos.

6.4 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

- Olores. Realizar las reparaciones de humedad y limpieza de los conductos del aire acondicionado y el cielo raso en donde pueden encontrasen heces fecales de animales como murciélagos e insectos que se han acumulado. Al mejorar los aspectos anteriormente mencionados disminuirán también las diferentes sintomatologías registradas.
- Realizar mediciones periódicas de la calidad del aire externo e interno para controlar la acumulación y los efectos posibles de contaminantes en el sistema de aire acondicionado.
- Para disminuir los olores producidos por los gases vehiculares se aconseja realizar control de gases de los buses escolares.

6.5 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

- Se hace necesario realizar pruebas bioquímicas para identificar las especies que se encuentran en los ductos del aire acondicionado para detectar posibles microorganismos patógenos.
- Elaborar manuales de procedimientos de almacenamiento y bioseguridad para los laboratorios de biología y química para evitar la formación de aerosoles como consecuencia del manejo de material biológico y de reactivos químicos.

6.6 PARÁMETROS DE SALUD

- Se hace necesario anexar dentro de la metodología in ítem relacionado a las enfermedades que han sufrido los encuestados para

determinar la población real con enfermedades broncorespiratorias, específicamente asma, y alergias; para establecer los efectos del aire acondicionado sobre ellos.

- Elaborar campañas que minimicen los efectos del aire acondicionado sobre la salud de los estudiantes especialmente de aquellos que se encuentran sufriendo alguna enfermedad broncorespiratoria, especialmente los asmáticos, o de alergias.

6.7 LÍNEA BASE DEL SISTEMA DEL AIRE ACONDICIONADO

- Cambiar los filtros dos veces al año, o sustituir el sistema de filtros por carbón activado el cual puede eliminar los olores que se registraron en las encuestas.
- Es de importancia dejar desocupados los cuartos donde se encuentran las unidades manejadoras ya que puede acumularse contaminantes químicos o microbiológicos que deterioren la calidad del aire que entra al sistema de aire acondicionado.
- -Instalar un sistema de Timer que controle la temperatura de los recintos para evitar sintomatología asociada a cambios bruscos de temperatura.
- Realizar una limpieza y desinfección periódica de los conductos del aire acondicionado incluyendo las rejillas, con productos especializados para tal fin y utilización de biocidas para la eliminación de los microorganismos que están creciendo en dichos conductos
- En lo posible aislar el laboratorio de Biología del sistema de aire acondicionado, al cual pertenece ya que a través de los ductos pueden transportarse olores, material particulado o microorganismos que puedan afectar la calidad del aire de los demás recintos que comparten dicho sistema de aire acondicionado.

- En última instancia se recomienda cambiar el sistema centralizado de aire acondicionado por un sistema de Split individual para cada uno de los recintos el cual posee ventajas como:
 - Ahorro de energía y mantenimiento
 - Manejo de la temperatura según las necesidades de los ocupantes.

BIBLIOGRAFÍA

- BERENGUER SUBILS, María José y MARTÍ SOLÉ, María Carmen. *NTP 243. Ambientes Cerrados: Calidad del Aire*. [Pdf] s.f. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (España). Disponible en Internet en la dirección: www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_243.pdf (Acceso 1 de Marzo de 2008).
- DOMÈNECH, ANNIA. El Aire Acondicionado es el Causante de Numerosos Problemas Respiratorios (En línea). Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. 2000. Disponible en Internet en la dirección: www.biomed.net/biomed/R13/noticia4.htm (Acceso 4 de Febrero de 2008)
- Environmental Protection Agency (EUA). *IAQ Coordinator's Guide: A Guide to Implementing an IAQ Program*. EPA 402-K-95-001 [Pdf]. Washington, 2005. Disponible en Internet en la dirección: www.epa.gov/iaq/schools/pdfs/kit/coordinators_guide.pdf
- Environmental Protection Agency (EUA). *Indoor Air Quality Tools for Schools*, EPA 402-K-95-001, Washington: Environmental Protection Agency, 1995.
- Environmental Protection Agency (EUA). *Legionella: Drinking Water Health Advisory*. [En línea] Washington: Office of Science and Technology, 2001. Disponible en Internet en la dirección: <http://www.epa.gov/ost/criteria/humanhealth/microbial/legionellaha.pdf> (Acceso 10 de Enero de 2008)
- Environmental Protection Agency (EUA). *Mold Resources*. [En línea] Washington: Environmental Protection Agency, 1995. Disponible en Internet en la dirección: <http://www.epa.gov/iaq/molds/moldresources.html> (Acceso 4 de Febrero de 2008)

- FERNÁNDEZ, Analía. *Confort Térmico y Calidad de Aire Interior. Una Opción Saludable*. Revista Construir N° 57. [En línea] Argentina, 2007. Disponible en Internet en la dirección: www.construir.com/Econsult/construr/Nro57/document/confort.htm (Acceso 4 de Febrero de 2008)
- FREIXA BLANXART, Asunción. *NTP 315. Caracterización de la Calidad del Aire en Ambientes Cerrados*. [Pdf] s.f. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (España). Disponible en Internet en la dirección: www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_315.pdf (Acceso 1 de Marzo de 2008)
- GARCÍA SAN JOSÉ, Ricardo. *Confort Ambiental*. [Pdf] 2007. s.l.: Inspección Estatal Energética (Cuba). Disponible en Internet en la dirección: www.energia.inf.cu/iee-mep/SyT/CDG/Taller1BURE/confort.pdf (Acceso 10 de Enero de 2008)
- GUASH FARRÁS, Juan. *Control Ambiental en Interiores*. En Ministerio de Trabajo e Inmigración (España) (Comp.). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Madrid: Ministerio de Trabajo e Inmigración (España)
- HERNÁNDEZ CALLEJA, Ana. *NTP 313. Calidad del aire interior: riesgos microbiológicos en los sistemas de ventilación/climatización*. [Pdf] s.f. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (España). Disponible en Internet en la dirección: www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_313.pdf (Acceso 1 de Marzo de 2008)
- Lenntech. *FAQ de la calidad del aire. Preguntas frecuentes*. (En línea) Róterdam (Holanda) s.f. Disponible en Internet en la dirección: www.lenntech.com/espanol/FAQ-calidad-del-aire.htm (Acceso 10 de Enero de 2008).
- Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. *Refrigeración. Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración*. S.f., Bogotá: Unidad Técnica Ozono.
- QUADRY, Néstor. *Nuevos Conceptos de Diseño en Aire Acondicionado*. Revista Clima N° 183. 2004. Argentina [En línea]. Disponible en Internet en la dirección:

www.acondicionamiento.com.ar/docs/Nuevos%20sistemas%20AA_Clima.pdf (Acceso 6 de Febrero de 2008)

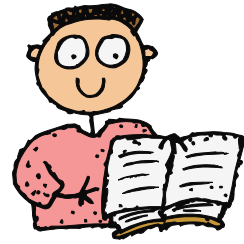
- RIVAS F., et al. *Estudio de la Calidad Microbiológica del Aire Interior de la Facultad de Ingeniería*. [Pdf] 2007. Montevideo: Universidad de la Republica (Uruguay). Disponible en Internet en la dirección: www.fing.edu.uy/servadm/plandeobras/aire2005.pdf
- SIMANCAS YOVANE, Katia. *Reacondicionamiento Bioclimático de Viviendas de Segunda Residencia en Clima Mediterráneo*. Capitulo 1: *El Confort en el Acondicionamiento Bioclimático*. Trabajo de Grado (Arquitectura) [Pdf] Barcelona: Universitat Politècnica de Barcelona, 2003. Disponible en Internet en la dirección: www.tdr.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0216104-100306//02PARTE1.pdf (Acceso 4 de Febrero de 2008).
- Washington State Department of Health (EUA). *The School Indoor Air Quality Best Management Practices Manual*. [Pdf] Washington: Washington State Department of Health, 2003 Disponible en Internet en la dirección: www.doh.wa.gov/ehp/ts/IAQ/schooliaqbmp.pdf (Acceso 6 de Febrero de 2008)

ANEXOS

**METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE Y
EL CONFORT EN LOS RECINTOS CERRADOS DEL
COLEGIO EL ROSARIO**



PRIMERA FASE



I. INSPECCIÓN INICIAL DEL EDIFICIO

Nombre _____
Dirección _____
Localización _____
Propietario _____
Administrador _____

1. UTILIZACIÓN DEL EDIFICIO

1.1 Describa el tipo de actividades realizadas en las diversas instalaciones (recintos principales, laboratorios, almacenes).

1.2 Describa el tiempo en que son utilizadas de las instalaciones

1.3 Especifique la distribución de los ocupantes del establecimiento (# de estudiantes, # de personal de mantenimiento, # de profesores)

1.4 Detalle la distribución de las instalaciones (cantidad de salones, almacenes laboratorios, oficinas, etc.)

2. DATOS HISTÓRICOS DEL ESTABLECIMIENTO



2.1 Fecha de edificación del plantel

2.2 Número de pisos o bloques de las instalaciones

2.3 Uso proyectado y actual del plantel

2.4 Tipo de renovaciones efectuadas hasta el momento

2.5 Tipo de renovaciones proyectadas a la institución

3. ACABADOS, DECORACIÓN Y MOBILIARIO

Paredes:

- Revocada
- Frisadas
- Estucada y pintada.

Pisos:

- Revocado
- Marmolizado
- Enbaldosinado: Tableta
Baldosín

Techos:

Cielorraso: madera, icopor, yeso

3.1 Tipo de mobiliarios y materiales presentes en los mismos.

4. ENTORNO DEL PLANTEL

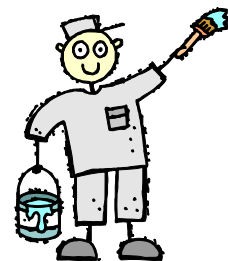
4.1 Descripción del entorno de las instalaciones (urbano, rural o comercial)

4.2 Descripción de la proximidad e intensidad del tráfico automotor

4.3 Especifique la cercanía a posibles fuentes o instalaciones contaminantes

5. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

5.1 Determine la presencia de escapes de agua e inundaciones recientes



5.2 Describa los problemas de humedad, electricidad o fontanería en el plantel

5.3 Refiera los daños o reparaciones realizadas en los aislamientos de los recintos y de sistema de ventilación

5.4 Determine las renovaciones realizadas en el mobiliario o los tapizados debido a daño o uso

5.5 Indique los productos utilizados en actividades de pintado, barnizado, encerado, limpieza de las instalaciones y el mobiliario

5.6 Describa las condiciones en que se encuentran las rejillas de las alcantarillas

5.7 Indique la presencia de escapes de agua en los inodoros y lavamanos.

Recomendaciones:

- ✓ Para identificar humedad realice:
Verifique los olores de mohos
- ✓ Busque manchas o decoloración en el techo, las paredes o el piso

- ✓ Verifique las superficies frías (por ejemplo, debajo de las ventanas y en las esquinas formadas por paredes externas, tubería de agua fría no aislada)
- ✓ Verifique las paredes en las que se genera humedad (por ejemplo, en lockers y sanitarios)
- ✓ Busque signos de daños de humedad en:
 - áreas en interiores alrededor de fugas conocidas en el techo o las paredes
 - paredes alrededor de ventanas con fugas o rotas
 - pisos y techos debajo de la tubería
 - interior de ductos cerca de humidificadores, bobinas de enfriamiento y entradas de aire en exteriores.

Si identifica humedad tenga en cuenta:

- ✓ Limpie y seque los materiales mojados o húmedos y los muebles del edificio
- ✓ Trabaje con los fabricantes de los muebles y los materiales del edificio para aprender los procedimientos de limpieza recomendados y/ o identificar a los contratistas competentes que puedan limpiar materiales mojados
- ✓ Los materiales porosos y absorbentes del edificio o los muebles, tales como tejas del techo, tableros de paredes, cubiertas de piso, etc., se deben secar y limpiar por completo lo más rápido posible. En algunos casos, estos materiales necesitan desinfectarse. Si estos materiales no se pueden secar y limpiar dentro de las siguientes 24 horas, tal vez tengan que reemplazarse después de que se haya corregido el problema de humedad.
- ✓ Vierta agua a los drenajes del piso una vez por semana (aprox. un cuarto)
- ✓ Haga correr el agua en los fregaderos por lo menos una vez por semana. Verifique el agua en excusados utilizados con frecuencia una vez a la semana. Si el nivel es bajo, jálele.

6. PRODUCTOS QUÍMICOS

6.1 Describa el tipo de seguimiento realizado a los diversos productos usados en las instalaciones (fichas de datos de seguridad, conocimiento por parte del personal de mantenimiento sobre el manejo de las sustancias, se encuentran debidamente etiquetadas y almacenadas)

6.2 Describa el tipo de sustancias pesticidas y herbicidas utilizadas para el control de plagas, cuidado de jardín y plantas de interior en las instalaciones (tipo de plaga y producto utilizado)

6.3 Detalle los productos utilizados para la limpieza, los desinfectantes, los odorizantes y las ceras

6.4 Describa el programa de disposición final de los productos químicos utilizados en el plantel

Recomendaciones:

- ✓ Revise y familiarícese con sus suministros de mantenimiento.
- ✓ Almacene los productos químicos y los suministros en recipientes sellados y claramente etiquetados.
- ✓ Siga las instrucciones del fabricante para el uso de los suministros de mantenimiento.
- ✓ Siga las instrucciones del fabricante para la disposición de sustancias químicas, desechos que contienen sustancias químicas y los recipientes.
- ✓ Sustituya materiales menos dañinos o no dañinos cuando sea posible.
- ✓ Programe el trabajo que implica el uso de sustancias químicas con olor o dañinas durante periodos en los que la escuela esté desocupada.
- ✓ Ventile durante y después del uso de sustancias químicas de olores fuertes o dañinos
- ✓ Quite las manchas inmediatamente, usando las técnicas recomendadas por el fabricante del piso.
- ✓ Tenga cuidado de evitar la humedad excesiva o la acumulación de residuos de limpieza, y asegúrese que las áreas limpias sequen rápido.

✓ Si se utilizan insecticidas en exteriores, no los aplique cerca de entradas de aire en el exterior para el sistema de ventilación. Si es inevitable, cierre el sistema de ventilación afectado y retire a los ocupantes hasta que se haya completado la aplicación y se haya restaurado la ventilación. De manera similar, evite la aplicación cerca de puertas y de ventanas abiertas.

II. EVALUACIÓN INICIAL DE LA CALIDAD DEL AIRE Y EL CONFORT

1. ENCUESTA PARA ESTUDIANTES

No cuestionario _____

Fecha _____

Edad _____

Sexo _____

Año en que ingresó al colegio _____

No del salón _____

Marca con una X teniendo en cuenta los siguientes criterios cuando te encuentras en tu salón de clases.

PARÁMETROS FÍSICOS

CARACTERÍSTICA	PRESENCIA
<u>TEMPERATURA</u>	
Frío	<input type="checkbox"/>
Muy frío	<input type="checkbox"/>
Caliente	<input type="checkbox"/>
<u>ILUMINACIÓN</u>	
Intensa	<input type="checkbox"/>
Escasa	<input type="checkbox"/>
Normal	<input type="checkbox"/>
<u>INTENSIDAD DEL AIRE</u>	
Poca	<input type="checkbox"/>
Fuerte	<input type="checkbox"/>
<u>FUENTE DE RUIDO</u>	
Sistema de ventilación	<input type="checkbox"/>
Fuera del salón	<input type="checkbox"/>
Conversaciones	<input type="checkbox"/>
Ninguna	<input type="checkbox"/>

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

OLORES	SUAVE	MEDIO	FUERTE
HUMEDAD (OLOR A TIERRA MOJADA)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GASES DE VEHÍCULO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GASOLINA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
POLVO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PODRIDO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PARÁMETROS DE SALUD

Marca con una X si has presentado alguna de las condiciones o síntomas indicados en la siguiente tabla.

SINTOMAS	PRESENCIA		MEJORA AL ABANDONAR EL SALÓN		NÚMERO DE VECES EN LOS ÚLTIMOS 30 DÍAS
	SI	NO	SI	NO	
<u>OJOS</u>					
Sequedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Ecozor/Picor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Lagrimeo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
<u>NARIZ</u>					
Nariz tapada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Sequedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Goteo nasal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Estornudos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
<u>GARGANTA</u>					
Sequedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Picor/escozor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
<u>TRASTORNOS RESPIRATORIOS</u>					
Dificultad para respirar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Tos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Dolor en el pecho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
<u>GENERALES</u>					
Dolor de cabeza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2

Dolor de estomago	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Debilidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Somnolencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Fiebre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Escalofríos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2

2. ENCUESTA PARA PERSONAL ADMINISTRATIVO Y DOCENTES

No cuestionario _____ Fecha _____

Edad _____ Sexo _____

Año en que ingresó al colegio _____

Categoría profesional en la institución:

Docente _____

Administrativo _____

Limpieza y mantenimiento _____

Antigüedad en la institución

Años _____

Meses _____

Lugar de trabajo _____

PARÁMETROS FÍSICOS

CARACTERÍSTICA	PRESENCIA
<u>TEMPERATURA</u>	
Frío	<input type="checkbox"/>
Muy frío	<input type="checkbox"/>
Caliente	<input type="checkbox"/>
<u>ILUMINACIÓN</u>	
Intensa	<input type="checkbox"/>
Escasa	<input type="checkbox"/>
Normal	<input type="checkbox"/>
<u>INTENSIDAD DEL AIRE</u>	
Poca	<input type="checkbox"/>
Fuerte	<input type="checkbox"/>
<u>FUENTE DE RUIDO</u>	
Sistema de ventilación	<input type="checkbox"/>
Fuera del salón	<input type="checkbox"/>
Conversaciones	<input type="checkbox"/>
Ninguna	<input type="checkbox"/>

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

OLORES	SUAVE	MEDIO	FUERTE
HUMEDAD (OLOR A TIERRA MOJADA)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GASES DE VEHÍCULO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GASOLINA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
POLVO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PODRIDO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PARÁMETROS DE SALUD

Marca con una X si has presentado alguna de las condiciones o síntomas indicados en la siguiente tabla.

SINTOMAS	PRESENCIA		MEJORA AL ABANDONAR EL SALÓN		NÚMERO DE VECES EN LOS ÚLTIMOS 30 DÍAS
	SI	NO	SI	NO	
<u>OJOS</u>					
Sequedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Ecozor/Picor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Lagrimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
<u>NARIZ</u>					
Nariz tapada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Sequedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Goteo nasal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Estornudos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
<u>GARGANTA</u>					
Sequedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Picor/escozor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
<u>TRASTORNOS RESPIRATORIOS</u>					
Dificultad para respirar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Tos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Dolor en el pecho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
<u>GENERALES</u>					
Dolor de cabeza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2
Dolor de estomago	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 <2 >2

Debilidad
Somnolencia
Fiebre
Escalofríos

0 <2 >2
0 <2 >2
0 <2 >2
0 <2 >2

3. MORBILIDAD RELACIONADA CON LOS OCUPANTES

3.1 Estudiantes

Se lleva un registro del número de estudiantes que presente sintomatología relacionada con los efectos de la calidad del aire y el confort de forma mensual.

MES	Dolor De Cabeza	Dolor De Garganta	Dolor De Oído	Hemorragia Nasal	Fiebre	Malestar General	Vómitos	Nauseas	Mareos	Dolor De Estomago	Congestión Nasal	Tos	Amigdalitis	Conjuntivitis

3.2 Docentes, Personal Administrativo y de Mantenimiento.

Se lleva un registro de las incapacidades y permisos debido a la sintomatología relacionada con los efectos de la calidad del aire y el confort de forma mensual.

Mes	Síntomas	Tiempo de ocurrencia	Incapacidad

III. INSPECCION DEL SISTEMA DEL AIRE ACONDICIONADO

Aplicación de la encuesta a la empresa encargada del mantenimiento del sistema de aire acondicionado

SISTEMA AIRE ACONDICIONADO

Tipo de sistema de aire acondicionado _____

Años de uso _____

ASPECTOS	PRESENCIA		COMENTARIOS
	SI	NO	
Se realiza periódicamente un mantenimiento al sistema del aire acondicionado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Se realiza periódicamente limpieza al sistema del aire acondicionado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Se cambian periódicamente los filtros?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TOMAS DE AIRE EXTERNO			
Obstrucciones			
Ausencia de obstrucciones, escombros, atascamientos o coberturas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Existen correctores para la presencia de obstrucciones?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fuentes de contaminantes			
Los alrededores de las unidades manejadoras se encuentran libres de contaminantes (basureros, estacionamientos, áreas de espera de buses)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Las tomas de aire de los techos se encuentran libres de contaminantes			

(desagües, venteos de baños o laboratorios, charcos)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Flujo de aire			
La entrada de aire externo es apropiada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sistema de limpieza			
Filtros de aire			
Se limpian las áreas de los filtros antes de instalar uno nuevo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Están ubicados adecuadamente los filtros?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Serpentines			
Los serpentines se limpian periódicamente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Unidades manejadoras.			
Se limpian periódicamente las unidades manejadoras (cámaras de mezclado de aire y las cuchillas de los ventiladores)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Los conductos se limpian periódicamente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Existe presencia de condensación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Recomendaciones

- ✓ Reduzca el potencial de condensación sobre superficies frías (tubería, paredes exteriores, techo o piso) agregando aislamiento. (Nota: Cuando se instala el aislamiento que tiene una barrera de vapor, coloque la barrera de vapor del lado caliente del aislamiento).
- ✓ Suba la temperatura del aire.
- ✓ Mejore la circulación del aire en la ubicación problema.
- ✓ Disminuya la cantidad de vapor de agua en el aire.
- ✓ Proporcione más aire de ventilación del exterior cuando la temperatura se eleve.
- ✓ Durante las épocas húmedas del año, utilice un deshumidificador o desecantes para secar el aire.

FICHA DE REPORTE DE PROBLEMAS SOBRE CALIDAD DEL AIRE O CONFORT

Se registra las quejas que se presentan

Tipo de reclamación	Fecha de recibido	Descripción de la reclamación	Lugar de ocurrencia	Fecha o tiempo de ocurrencia	Estrategia de corrección

Algunas estrategias de acuerdo a las quejas que se presenten

PATRONES ESPACIALES DE SINTOMAS	SUGERENCIAS
Extenso, ningún patrón espacial evidente	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe la ventilación y el control de la temperatura del edificio • Compruebe la calidad del aire externo. • Revise las fuentes que están distribuidas a través del edificio (productos de limpieza o crecimientos microbiológicos dentro del sistema de ventilación). • Compruebe la distribución de una fuente a localizaciones múltiples a través del sistema de ventilación.
Localizado (afectando cuartos individuales, zonas o sistemas de manejo de aire)	<ul style="list-style-type: none"> • Considere explicaciones diferentes a los contaminantes aéreos. • Cheque la ventilación y el control de la temperatura en las áreas donde se presenten los síntomas. • Cheque la calidad del aire externo. • Revise las fuentes de contaminantes que afecten las áreas de síntomas. • Compruebe los componentes del sistema local de climatización que puede estar actuando como fuente o distribuidor de los contaminantes.
Individual(es)	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe si hay corrientes, calor radiante (aumento o pérdida), y otros problemas de ventilación o de control de temperatura localizada cerca de los individuos afectados. • Considere que las fuentes de fondo comunes pueden afectar a los individuos sensibles. • Tenga en cuenta que los síntomas de los individuos pueden tener causas que no necesariamente están relacionadas con los edificios (particularmente si los síntomas difieren entre los individuos).
PATRONES DE TIEMPO DE LAS QUEJAS	SUGERENCIAS
Los síntomas empiezan y/o son peores al comienzo del tiempo de ocupación	<ul style="list-style-type: none"> • Revise los ciclos de operación del sistema de climatización. Contaminantes de los materiales de construcción o del mismo sistema de climatización pueden acumularse durante los periodos en que la infraestructura está vacía.
Los síntomas empeoran durante el tiempo de ocupación	<ul style="list-style-type: none"> • Considere que la ventilación puede no ser la adecuada para manejar las actividades rutinarias o la operación de los equipos en el edificio o que la temperatura no esta controlada apropiadamente.
Síntomas intermitentes	<ul style="list-style-type: none"> • Considere los derrames y otros eventos irrepetibles

	como fuentes.
Síntomas singulares	<ul style="list-style-type: none"> • Mire por eventos diarios, semanales o estacionales así como patrones relativos al clima y revise las conexiones a otros eventos dentro y alrededor de la escuela.
Los síntomas desaparecen cuando los individuos dejan la escuela, ya sea de inmediato, de noche o (en algunos casos) después de extensos periodos lejos de la escuela	<ul style="list-style-type: none"> • Considere que los problemas pueden estar asociados al edificio, aunque no necesariamente debido a la calidad del aire. Otros elementos de estrés (luces, sonidos, etc.), pueden estar implicados.
Los síntomas nunca desaparecen, incluso luego de una ausencia prolongada de la escuela (como las vacaciones).	<ul style="list-style-type: none"> • Considere que el problema no este relacionado con la edificación.

