

# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN UN CENTRO EDUCATIVO DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

Llamas Yáñez Eduardo (1), Flores Cervantes Salvador (2), Zamorategui Molina Adrián (3)

1 [Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Universidad de Guanajuato] | [conellamas@gmail.com]

2 [Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Universidad de Guanajuato] | [rodalf\_94\_@hotmail.com]

3 [Coordinador de Ingeniería Ambiental, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | [zamategui@ugto.mx]

## Resumen

Actualmente la calidad del aire en interiores es un tema que está adquiriendo importancia. Diversos estudios revelan una mayor concentración de contaminantes en interiores en comparación a exteriores, esto debido a diversos factores, provocando problemas en la salud de las personas quienes pasan hasta el 90 % de su tiempo en ambientes interiores. Se realizó el monitoreo de la calidad del aire en el edificio de la sede Belén de la División de Ingenierías de la Universidad de Guanajuato con el objetivo de determinar las concentraciones de CO<sub>2</sub>, material particulado (PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>), niveles de ruido, temperatura y humedad relativa. Se obtuvieron concentraciones de CO<sub>2</sub> mayores a 1000 ppm en dos salones, concentraciones de PM<sub>2.5</sub> mayores a 45 µg/m<sup>3</sup> y PM<sub>10</sub> mayores a 70 µg/m<sup>3</sup> en la cafetería, todas las áreas tenían niveles de ruido mayores a 70 Db.

## Abstract

Currently indoor air quality is an issue that is becoming important. Several studies reveal a higher concentration of indoor pollutants compared to outdoor, due to various factors, causing health problems for people who spend up to 90% of their time in indoor environments. The air quality monitoring was carried out in the Belén headquarters building of the Engineering Division of the University of Guanajuato with the objective of determining the concentrations of CO<sub>2</sub>, particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), noise levels, temperature and relative humidity. CO<sub>2</sub> concentrations greater than 1000 ppm were obtained in two rooms, concentrations of PM<sub>2.5</sub> greater than 45 µg / m<sup>3</sup> and PM<sub>10</sub> greater than 70 µg / m<sup>3</sup> in the cafeteria, all areas had noise levels greater than 70 Db.

## Palabras Clave

CO<sub>2</sub>; PM<sub>2.5</sub>; PM<sub>10</sub>; Niveles de ruido; Ambiente interior

## INTRODUCCIÓN

### Calidad del aire en ambientes interiores

En el aire interior se encuentra una mezcla de contaminantes procedentes de diferentes fuentes, la mayor parte de estas se originan en el interior mismo, pero es de destacar el hecho de que el aire exterior que entra en el edificio puede introducir contaminantes que no se originan en este ambiente. Diversos estudios señalan que los contaminantes en el aire interior pueden estar en mayor cantidad que los del aire exterior [1; 2; 3].

Los principales contaminantes que se encuentran en el aire interior de viviendas, oficinas, locales de ocio, etc., son el material particulado (PM 2.5 y PM10) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Factores importantes que no constituyen en sí mismos un contaminante, pero sí está relacionado con la calidad del aire interior y efectos en salud y de gran importancia son la temperatura, la humedad relativa [4].

Se han documentado efectos de toxicidad aguda o crónica, en relación con la exposición a contaminantes del aire interior. Los primeros van desde efectos leves en el tracto respiratorio alto, como la congestión nasal, estornudos, enfermedades respiratorias agudas, dificultades para respirar, y otros efectos como la conjuntivitis, hasta efectos sistémicos como dolor de cabeza, dificultad para concentrarse, etc. [4].

La calidad del aire interno representa un papel sumamente importante relacionado con un ambiente favorable para el desempeño del personal y estudiantes de la Universidad de Guanajuato, proveer de un ambiente óptimo podría ayudar en una mejora de resultados en las actividades diarias y favorecer al aprendizaje.

El objetivo es monitorear las concentraciones de CO<sub>2</sub>, material particulado (PM2.5 y PM10), niveles de ruido temperatura y humedad relativa en áreas de trabajo y salones del edificio de la Unidad Belén, y la azotea para comparar la calidad del aire al interior y exterior del edificio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se llevó a cabo dentro del edificio de la unidad de Belén en la División de Ingenierías (DI) de la Universidad de Guanajuato, que se localiza a 21°14.23" latitud Norte y 101°15'26.69" longitud Oeste. Se ubica en la Avenida Juárez #77 (Figura 1). La Avenida Juárez se encuentra colindando por la parte frontal del edificio, tiene solo un sentido de circulación, con un flujo de vehículos por día que se clasifican entre ligeros y medianos.



Figura 1: Localización de la División de Ingenierías, edificio de Belén (Google Earth / INEGI).

### Toma de datos y análisis estadístico

Se monitoreo la concentración de CO<sub>2</sub>, PM10 y PM2.5, Decibeles de ruido (Db), temperatura y humedad relativa en ambientes interiores (Cuatro salones, oficinas y cafetería) y la azotea como valor comparativo del aire en exteriores, en el edificio de la unidad Belén. El período de monitoreo y toma de datos abarcó del 14 de junio al 20 de julio de 2018 durante días hábiles y duración de una hora. El monitoreo se realizó con los equipos portátiles: “Air Quality monitor SDL 607” (PM10 y PM2.5), “CO<sub>2</sub>/Temp/RH data logger” (CO<sub>2</sub>, temperatura y humedad) y “USB sound level data logger” (Ruido).

De manera simultánea se llevó un registro de las condiciones observadas que pudieran describir algún efecto en la variación de la concentración de algún parámetro (Tabla 1). Para la interpretación de la calidad del aire se tomó en cuenta La normatividad Europea (EN-15251:2012) establece para un tiempo de exposición de 1 hora un valor máximo de 1000 ppm para concentraciones de CO<sub>2</sub> en ambientes interiores, la NOM-025-SSA1-2014 establece el límite máximo permisible para partículas PM2.5 de 45 µg/m<sup>3</sup> y de 75 µg/m<sup>3</sup> para PM10 en un promedio de 24 horas y la NOM-011-STPS-2001 establece como límites máximos permisibles de ruido hasta 99 Db para una exposición de una hora.

Tabla 1. Lugares de muestreo, nivel en el edificio donde se monitoreo, % de ocupación y día.

Lugar	Nivel del Edificio	Personas	% Ocupación	Día	Abreviatura
Salón 202	2	21	63.6	Martes	S202m
Salón 202	2	15	45.45	Jueves	S202j
Salón 301	3	26	78.8	Sábado	S301
Salón 307	3	20	60.6	Miércoles	S307
Salón 308	3	9	27.3	Viernes	S308
Oficinas	2	13	32.5	Miércoles	OF
Cafetería	1	35	32.4	Viernes	CAF
Azotea	4	1	N/A	Jueves	AZj
Azotea	4	1	N/A	Viernes	AZv

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 2 muestra el porcentaje de ocupación correspondiente a número de personas en cada área al inicio del monitoreo siendo 33 personas el cupo máximo para salones, 40 para las oficinas y de 108 para la cafetería.

La figura 3 muestra las concentraciones promedio de CO<sub>2</sub> a lo largo de 1 hora de monitoreo, S307 tuvo los mayores niveles de concentración por encontrarse con ventanas y puertas cerradas, llegando hasta 973 ppm y empezando a disminuir drásticamente después de la apertura de las mismas. Mientras que S202j comenzo con niveles moderados, teniendo un aumento exponencial al momento de cerrar puertas y ventanas del lugar, llegando a 668 ppm al termino del monitoreo.

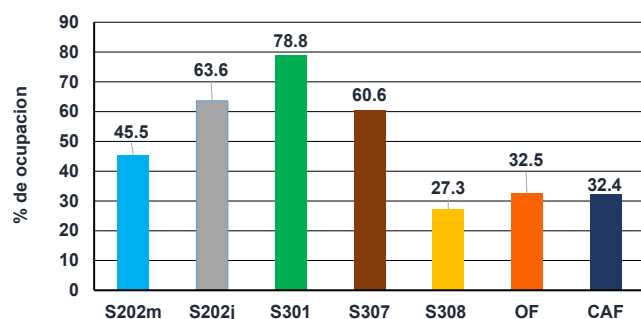


Figura 2. % Ocupación en áreas monitoreadas

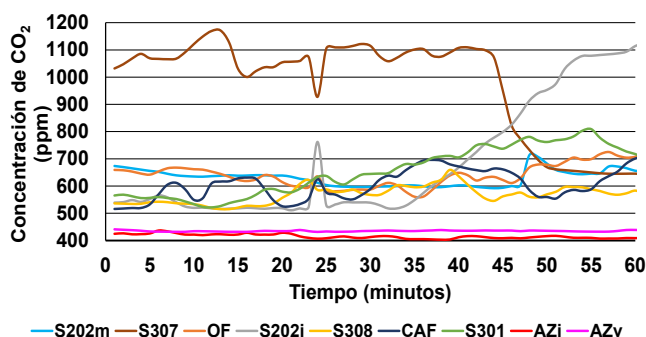


Figura 3. Concentración de CO<sub>2</sub> en salones, oficinas, cafetería y azotea

La figura 4 muestra los niveles promedio de ruido, destacando CAF con los valores más altos al inicio llegando a 76 Db, esto debido a la presencia de gritos dentro del área de estudio por parte del personal para llamar a los comensales por sus ordenes, disminuyendo después de la mitad del monitoreo por incrementar un mayor número de personas para ordenar que mantuvieron ocupados al personal, también se pueden observar aumentos breves en AZj correspondiendo a ruido externo.

La figura 5 muestra las concentraciones promedio de PM2.5 y PM10, teniendo comportamientos similares para casi todas las áreas exceptuando a CAF obteniendo valores para PM2.5 de 97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y PM10 de 135.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  coincidiendo en el momento de mayor concentración de gente y mayor actividad dentro de la cocina.

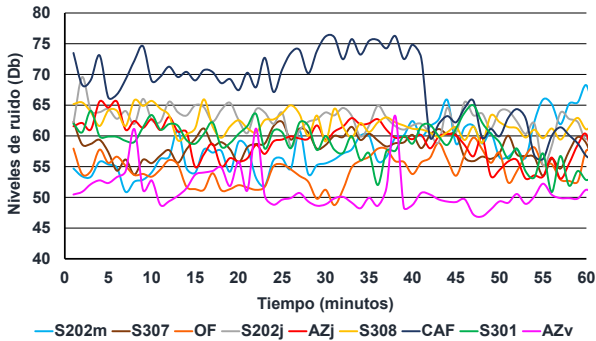


Figura 4. Niveles de ruido en salones, oficinas, cafetería y azotea

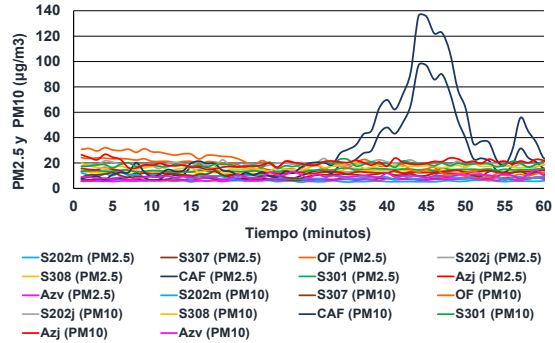


Figura 5. Concentración de PM2.5 y PM10 en salones, oficinas, cafetería y azotea

La figura 6 muestra los niveles máximos en comparación a los promedios para temperatura y humedad relativa, observando una relación conforme aumenta la temperatura, la humedad disminuye y viceversa, exceptuando para AZj y S202 debido.

La figura 7 muestra los niveles máximos y promedios para CO<sub>2</sub>, PM2.5, PM10 y ruido, se puede observar en S307 y S202j concentraciones por encima de 1000 ppm con relación factores físicos como puertas o ventanas abiertas, la salida y entrada de personas en el área, para los niveles de ruido se aprecia un rango entre los 30 Db de diferencia entre área con una posible relación al porcentaje de ocupación y actividad desempeñada, en el material particulado se presentaron los niveles más altos en CAF teniendo una mayor relación a la actividad y menor al porcentaje de ocupación.

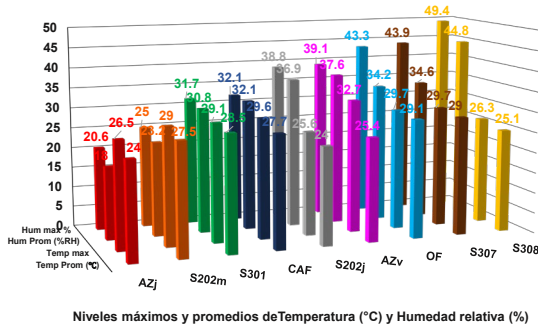


Figura 6. Niveles máximos y promedio de Temperatura (°C) y Humedad relativa (%)

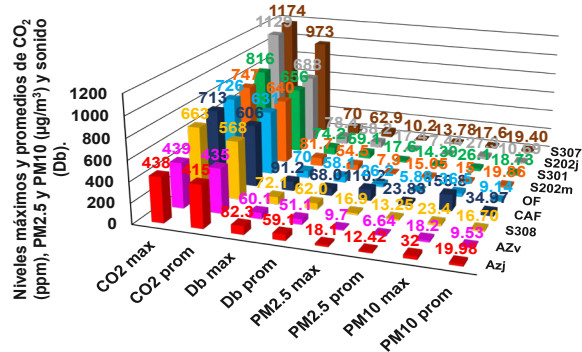


Figura 7. Niveles máximos y promedios de CO<sub>2</sub>, PM2.5, PM10 y Ruido

## CONCLUSIONES

Las áreas monitoreadas presentaron valores promedio de CO<sub>2</sub> por debajo de los límites recomendados que establecen para un tiempo de exposición de 1 hora un valor de 1000 ppm.

El promedio de material particulado (PM2.5 y PM10) se encontró por debajo de los límites máximos permisibles para PM2.5 de 45 µg/m<sup>3</sup> y PM10 de 75 µg/m<sup>3</sup> en un promedio de 24 horas.

Los promedios en los niveles de ruido se encontraron por debajo de los límites máximos permisibles de 99 Db para una exposición de una hora.

La temperatura y humedad relativa no tuvieron relación importante con las concentraciones de CO<sub>2</sub> y material particulado. Es recomendable mantener puertas y ventanas abiertas que ayuden con la recirculación natural del aire que ayude a mantener las concentraciones de CO<sub>2</sub> por debajo de los valores máximos recomendados como una mejor campana de extracción en la cafetería.

## AGRADECIMIENTOS

Para la universidad de Guanajuato por ser participe como el lugar para el monitoreo y obtención de datos y al Dr. Adrián Zamorategui Molina por el apoyo brindado con las asesorías que hicieron posible la realización del estudio, así como de brindar el equipo necesario para llevarlo a cabo.

## REFERENCIAS

- [1] Franklin P. (2007). Indoor air quality and respiratory health of children. *Paediatr Respir; Dec*; 8(4):281-286.
- [2] Vargas Marcos F, Gallego Pulgarín I (2005). Environmental quality: welfare, confort and health. *Rev Esp Salud Pública*; 79 (2):243-251.
- [3] Environmental Protection Agency. A comparison of indoor and outdoor concentrations of hazardous air pollutants. *Inside IAQ. EPA's Indoor Air Quality Research Update. EPA/600/N-98/002 Spring/Summer*: 1-7.
- [4] Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Anda Lucía "OSMAN" (2011), Calidad del aire interior, Unión Europea, Depósito Legal GR 2672, 11-19.