

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Calidad de aire en interiores por dióxido de carbono y su relación con la ventilación de las oficinas de la Municipalidad Provincial de Tocache

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Aldair Orlando Quispe Izquierdo

Asesor:

Mg. Ing. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

Tarapoto, diciembre 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE LA TESIS

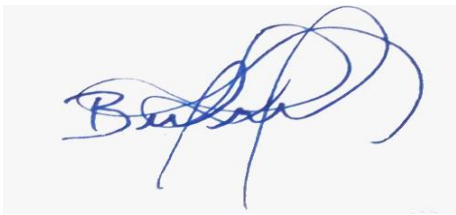
Betsabeth Teresa Padilla Macedo, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente tesis titulada: **“Calidad de aire en interiores por dióxido de carbono y su relación con la ventilación de las oficinas de la Municipalidad Provincial de Tocache”** constituye la memoria que presenta el estudiante: Aldair Orlando Quispe Izquierdo, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto, a los 30 días del mes de diciembre del año 2020.



Betsabeth Teresa Padilla Macedo

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En el Campus Universitario Milton Afonso, Distrito de Morales, Tarapoto, San Martín a 29 días del mes de diciembre del año 2020, siendo las 09:30m, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Tarapoto, bajo la dirección del Señor Presidente del Jurado: M. Sc. Andres Erich Gonzalez Lopez y los demás miembros siguientes: Mtra. Dayani Shirley Romero Vela Secretario, Ing. Juana Elizabeth Vargas Vasquez vocales; y Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo asesor;

con el propósito de llevar a cabo el acto público de la sustentación de tesis titulada: Calidad de aire en interiores por dióxido de carbono y su relación con el riesgo a la salud en los trabajadores de las oficinas de la Municipalidad Provincial de Tocache.

Presentada por el/los Bachiller/es: Aldair Orlando Quispe Izquierdo

conducente a la obtención del Título Profesional de: Ingeniero Ambiental

El señor Presidente inició el acto académico, invitando al/los candidato/s hacer uso del tiempo requerido para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente del Jurado invitó a los miembros del mismo a realizar las preguntas y cuestionamientos correspondientes, los cuales fueron absueltos por el (los) candidato (s). En seguida, el Jurado procedió a las deliberaciones respectivas, luego se registró en el acta el dictamen siguiente:

Bachiller: Aldair Orlando Quispe Izquierdo aprobado por unanimidad con el mérito académico adicional de muy bueno (16)

Bachiller: por con el mérito académico adicional de

El Presidente del Jurado solicitó al/los candidato/s ponerse de pie. Luego el Secretario realizó la lectura del acta con el resultado final del acto académico, procediéndose inmediatamente a registrar las firmas respectivas.

Presidentes: [Signature] Secretarios: [Signature] Asesores:

Vocales: Vocal Vocal Vocal

Candidatos: Candidato Candidato

Esta sustentación fue realizada de manera virtual u online sincrónica, conforme al Reglamento General de Grados y Títulos.

Calidad de aire en interiores por dióxido de carbono y su relación con la ventilación de las oficinas de la Municipalidad Provincial de Tocache

Indoor air quality due to carbon dioxide and its relationship with the ventilation of the offices of the Provincial Municipality of Tocache

Aldair Orlando Quispe Izquierdo ⁽¹⁾, Betsabeth Teresa Padilla Macedo ⁽²⁾

RESUMEN

La calidad de aire en interiores de las oficinas es muy importante para la salud, y la principal fuente de contaminación es el dióxido de carbono en interiores consecuencia de la respiración de los ocupantes, y la combustión de los vehículos, la capacidad del CO₂ depende de la ventilación y el tamaño de la oficina el objetivo de la presente investigación es determinar si existe relación entre la calidad de aire por dióxido de carbono y su relación con la ventilación en las oficinas de la municipalidad Provincial de Tocache se realizó una investigación de tipo no experimental y de diseño correlacional, de corte longitudinal debido a que no se manipula las variables, se recolecto los datos sobre las variables de estudio monitoreando con el detector de gases CO₂ no dispersivo Infrarrojo (NDIR) asegura la estabilidad y la durabilidad a largo del monitoreo, se han realizado los monitoreo de calidad de aire en interiores en cada oficina por un periodo de 8 horas diarias por 15 días, el valor medio obtenido del dióxido de carbono máximo fue 1024 ppm y un mínimo de 442 ppm de CO₂, y una concentración media de 673.84 ppm, luego se obtuvo los valores de ventilación media mínima con un valor de 1.18 l/p/s, y una ventilación máxima de 2.36 l/p/s, y un valor medio de 1.6 l/p/s, de los 25 puntos monitoreados 23 de ellos se encuentran por debajo de la normativa de comparación, dos oficinas excedieron los límites máximos permisibles de la NTP 549: del dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior que recomienda que no se debe exceder una concentración máxima de 1000 ppm de CO₂ como indicador de la contaminación generado por los ocupantes, se concluye sí que si existe relación del dióxido de carbono con respecto a la ventilación de aire en interiores a mayor concentración de CO₂ menor es la ventilación y se puede confirmar que a menor concentración de CO₂ mayor es la ventilación en el ambiente de trabajo, se recomienda abrir las ventanas de las oficinas durante los descansos con periodos prolongados de tiempo con la finalidad de bajar la concentración en las oficinas ya que debido a la falta de circulación de aire genera una alta concentración de CO₂.

Palabras claves: *Dióxido de carbono, Ventilación, Calidad de aire en interiores*

ABSTRACT

Indoor air quality in offices is very important for health, and the main source of pollution is indoor carbon dioxide as a result of occupants' breathing and vehicle combustion, the CO₂ capacity depends on ventilation and office size The objective of this research is to determine if there is a relationship between air quality due to carbon dioxide and its relationship with ventilation in the offices of the Provincial Municipality of Tocache. Experimental and correlational design, longitudinal cut because the variables are not manipulated, the data on the study variables was collected, monitoring with the non-dispersive Infrared (NDIR) CO₂ gas detector ensures stability and durability throughout the monitoring, indoor air quality monitoring has been carried out in each office for a period of 8 hours a day for 15 days, the val The mean obtained from the maximum carbon dioxide was 1024 ppm and a minimum of 442 ppm of CO₂, and an average concentration of 673.84 ppm, then the minimum mean ventilation values were obtained with a value of 1.18 l / p / s, and a maximum ventilation of 2.36 l / p / s, and a mean value of 1.6 l / p / s, of the 25 monitored points 23 of them are below the comparison standard, two offices exceeded the maximum permissible limits of the NTP 549: deul carbon dioxide in the evaluation of indoor air quality that recommends that a maximum concentration of 1000 ppm of CO₂ should not be exceeded as an indicator of pollution generated by the occupants, it is concluded that if there is a relationship of carbon dioxide carbon with respect to indoor air ventilation, the higher the CO₂ concentration, the lower the ventilation and it can be confirmed that a lower CO₂ concentration, the higher the ventilation in the work environment, it is recommended to open the offices lasted before the breaks with long periods of time in order to lower the concentration in the offices since due to the lack of air circulation it generates a high concentration of CO₂.

Keywords: *Carbon dioxide, Ventilation, Indoor air quality*

(1) Egresado de la Universidad Peruana Unión –aldair.quispe@upeu.edu.pe

(2) Docente Universidad Peruana Unión – padilla@upeu.edu.pe

I.-INTRODUCCIÓN

El Organización Panamericana de la Salud (2018), menciona que dentro de las viviendas la contaminación del aire se encuentra considerado como el segundo más alto nivel de riesgo ambiental para la salud ocupacional, en países económicamente bajo y mediano se estima que causó 3,8 millones de muertes en el 2016.

Según el Recurso nacional Canadiense de seguridad y salud ocupacional (2013), afirma que uno de los temas muy importante es la seguridad y salud ocupacional en ambientes de interiores con respecto a la calidad de aire, en los años de 1980 la conservación de energía lleva un ingreso muy reducida de aire exterior donde se incrementa con mucha potencial la contaminación de la calidad de aire interior donde se genera enfermedades a las personas que laboran tales como: Síntomas de falta de aire, Síntomas de dolores de cabeza, Síntomas de náuseas , tos solo por mencionar unos cuantos. Es raro comprobar que los síntomas mencionados son por causa de contaminantes que se encuentran en el interior, pero el personal está expuesto a niveles altos de contaminantes en ambiente de interiores.

Mesina, Valeria, et al. (2006), menciona que la contaminación del aire es una amenaza aguda, acumulativa y crónica para la salud y el ambiente. Las personas están expuestas a contaminantes de aire en exteriores e interiores. La exposición a los mismos puede generar o agravar afecciones respiratorias, cardíacas y otras.

Vargas marco (2005), Afirma que la calidad de aire en los edificios incluye un enfoque de ventilación, climatización y prevención basada en la calidad del aire, con énfasis en el intercambio entre aire exterior y aire interior, en la búsqueda de evitar la concentración de contaminantes en los ambientes interiores.

Ferreira, Ana María (2013) menciona que el nivel de la contaminación del aire dentro de los edificios es a menudo mucho peor que el del exterior y puede alcanzar cifras de dos a cinco veces, y ocasionalmente hasta cien veces, más altas que los niveles de contaminación en el exterior. Los niveles de contaminación del aire interior se vuelven más relevantes cuando consideramos que las personas generalmente pasan alrededor del 80.0% al 90.0% de su tiempo dentro de los edificios.

Chipana y Maricela (2020) menciona que la contaminación del aire es actualmente uno de los problemas más severos a nivel mundial. Las personas pasan el 90% de su tiempo en espacios interiores, por lo que una mala calidad de aire interior puede afectar de manera seria a su salud. La presencia de CO₂ puede ser usado para indicar la calidad del aire interior de un ambiente, ya que puede causar dolor de cabeza, mareos, somnolencia y problemas respiratorios, dependiendo de la concentración y de la duración de la exposición.

Morán y Figueroa (2017) menciona que los problemas de salud pública, se generan por diferentes causas una es precisamente la calidad del aire interior, por lo mismo esta investigación pretende analizar su incidencia en el síndrome del edificio enfermo de los ocupantes de las edificaciones.

Huamán (2015), menciona que los efectos de los óxidos de carbono (CO y CO₂) existentes en ambientes exteriores e interiores. Una de las preocupaciones mundiales de la humanidad es la calidad del aire que se respira y los efectos que éste tiene sobre su salud. Las elevadas concentraciones de monóxido y dióxido de carbono son causantes de daños a la salud y medioambiente. Más allá de los valores que cada país adopta para normar la concentración máxima permitida de estos contaminantes, la población expuesta a estos, sufre desde complejas enfermedades cardiovasculares hasta somnolencias pasajeras. Estos efectos son mayores en espacios interiores.

Según la Ley de seguridad y salud en el trabajo N° 29783 , el Ministerio del trabajo (2011) en el “artículo 56° menciona que la empresa prevé que la exposición a los agentes físicos, químicos, biológicos y disergonomicos y psicosocial concurren en el centro de trabajo y no generen daños en la salud de los trabajadores, de la misma manera en el artículo 57°, afirma que el empleador debe actualizar una vez al año como mínimo la evolución de riesgos de los trabajadores”.

El Sub gerente de medio ambiente de la municipalidad Provincial de Tocache Karin Sheyla del Águila Rojas (comunicación personal 2 diciembre del 2019), declaro que el 100% de las personas que laboran en la Municipalidad Provincial de Tocache, pasan 8 a más horas diarias en los ambientes de trabajo y la contaminación de los ambientes en interiores de las oficinas es la causa de los problemas de la salud, los principales contaminantes son agentes químicos, físicos y biológicos que varía de acuerdo a las diferentes actividades que se desarrolla en una oficina, o empresa.

En la actualidad la calidad de aire en interiores muy poco se estudia o se toma importancia, la presente investigación permitirá determinar cuál es el nivel de riesgo en la salud de las personas que labora en las oficinas de la empresa a consecuencia del dióxido de carbono.

¿Cuál es la calidad del aire en interiores por dióxido de carbono con respecto a la ventilación de las oficinas de la Municipalidad Provincial de Tocache?

II.-MÉTODOS y MATERIALES

Este estudio es de tipo teórico o básico, porque permitió estudiar la relación que existe entre las variables del dióxido de carbono con respecto a la ventilación en interiores, es de diseño correlacional , longitudinal ; de tipo no experimental porque no manipula deliberadamente las variables según Roberto Hernández Sampieri, Collado, & Baptista, (2010).

El monitoreo de las concentraciones de CO₂ y la ventilación en interiores se realizó en 25 oficinas de la municipalidad provincial de Tocache por un periodo de 8 horas diarias por 15 días en cada área de trabajo de manera continua para conocer el comportamiento del dióxido de carbono con respecto a la ventilación en interiores

El equipo se configuro para recopilar valores de concentración del CO₂ y ventilación tal como se muestra en la siguiente figura:

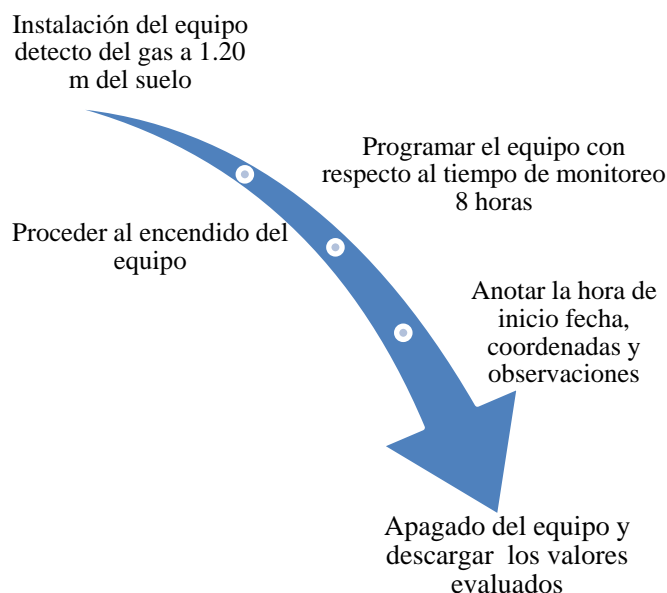


Figura 1. Procedimiento de monitoreo de calidad de aire en interiores

Para medir el dióxido de carbono, ventilación, temperatura y humedad se usó un equipo de sensor de gases ST-502 no dispersivo Infrarrojo (NDIR) se colocaron en las oficinas seleccionadas aproximadamente a 1,20 m sobre el piso el rango del equipo estaba entre 0 a 9999 ppm con precisión $\pm 5\%$ de la lectura, para el monitoreo se utilizó un trípode donde se colocó el sensor de gases ST-502, para obtener la lectura de manera directa, el monitoreo se realizó por un periodo de ocho horas obteniendo el resultado promedio por día en cada área de trabajo de la concentración del dióxido de carbono y la ventilación se comparó con límites máximos permisibles de la NTP 549 Subils, M. J. B., & Domínguez, F. B. (2000).

El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior que recomienda q no se debe exceder una concentración máxima de 1000 ppm de CO₂ como indicador de la contaminación generado por los ocupantes, para conocer el nivel de exposición umbral de los trabajadores, también se realizó un análisis estadístico para conocer la influencia del dióxido de carbono con respecto a la ventilación en cada ambiente de trabajo.

Lo monitorios del dióxido de carbón, ventilación, Temperatura y Humedad de la calidad de aire en interiores se realizaron en las siguientes áreas de trabajo:

Tabla 1. Puntos de monitoreos

N°	Punto de monitoreo	Cantidad de Persona	Lugar de monitoreo
1	P-1	1	Gerencia de Desarrollo Ambiental
2	P-2	4	Sub Gerencia de Ordenamiento Territorial y Sub Gerencia Ambiental
3	P-3	4	División de Limpieza Publica y Ornato
4	P-4	2	Sub Gerencia de Producción
5	P-5	5	División de Trasporte y Transito Urbano
6	P-6	2	Sub Gerencia de Turismo
7	P-7	4	División de Comercialización
8	P-8	3	División de Seguridad Ciudadana y Policía Municipal
9	P-9	1	Sub Gerencia de Formulación de Proyectos
10	P-10	15	Gerencia de Desarrollo Social
11	P-11	2	Gerencia de Registro Civil
12	P-12	3	Sub Gerencia de Agua Potable y Alcantarillado
13	P-13	6	Gerencia de Administración y Finanzas
14	P-14	2	Sub Gerencia de Contabilidad
15	P-15	2	Sub Gerencia de Tesorería
16	P-16	2	Sub Gerencia de Recursos Humanos
17	P-17	4	Sub Gerencia Logística
18	P-18	1	Gerencia de Administración Tributaria
19	P-19	3	Gerencia de Asuntos Juridicos
20	P-20	3	Oficina de Imagen Institucional
21	P-21	3	Secretaria General
22	P-22	2	Gerente Municipal

23	P-23	2	Gerencia de Planificación y Presupuesto
24	P-24	1	Alcaldía
25	P-25	1	Sub Gerencia de Estadística e Informática

III.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se ha realizado monitoreo de calidad de aire en interiores en cada oficina por un periodo de 8 horas diarias por 15 días, se sacó el promedio de valores obtenidos por parámetro de CO₂, Humedad, Temperatura y ventilación, en las oficinas de la Municipalidad Provincial de Tocache, alcanzaron un mínimo de 442 ppm de CO₂ y un máximo de 1024 ppm de CO₂, y una concentración promedio de CO₂ de 673.84 ppm, el porcentaje de humedad máximo fue de 65 %, el porcentaje de humedad mínima es de 57.9 % y el porcentaje promedio de humedad es de 60.7 %, con respecto a la temperatura que obtuvieron valores máximo de 32.6 °C y una temperatura mínima de 20.5 °C y la temperatura promedio fue 30.7 °C y la ventilación mínima 1.18 l/p/s, ventilación máxima 2.36 l/p/s, y un promedio de 1.6 l/p/s.

Tabla 2. Promedios de los parámetros monitoreados

	N	Estadísticos descriptivos			
		Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
CO2 ppm	25	442,00	1024,00	673,8400	175,98548
%Hum	25	57,90	65,00	60,6760	2,58510
Temp °C	25	20,50	32,60	30,7160	2,37464
l/p/s	25	1,18	2,36	1,6048	0,34118
N válido (por lista)	25				

En la figura 2, se puede observar los resultados de los monitoreos realizados en las 25 oficinas de la municipalidad provincial de Tocache en los puntos de monitoreo P-1 hasta P-23 los valores obtenidos de la concentración de dióxido de carbono no excedieron los límites recomendados por la normativa NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior que recomienda que no se debe exceder una concentración máxima de 1000 ppm de CO₂ como indicador de la contaminación generado por los ocupantes, muy diferentes a la evaluación de los puntos P-24 y P-25 oficina de alcaldía y la oficina de la sub gerencia de estadística e informática sobrepasaron la normativa de comparación.

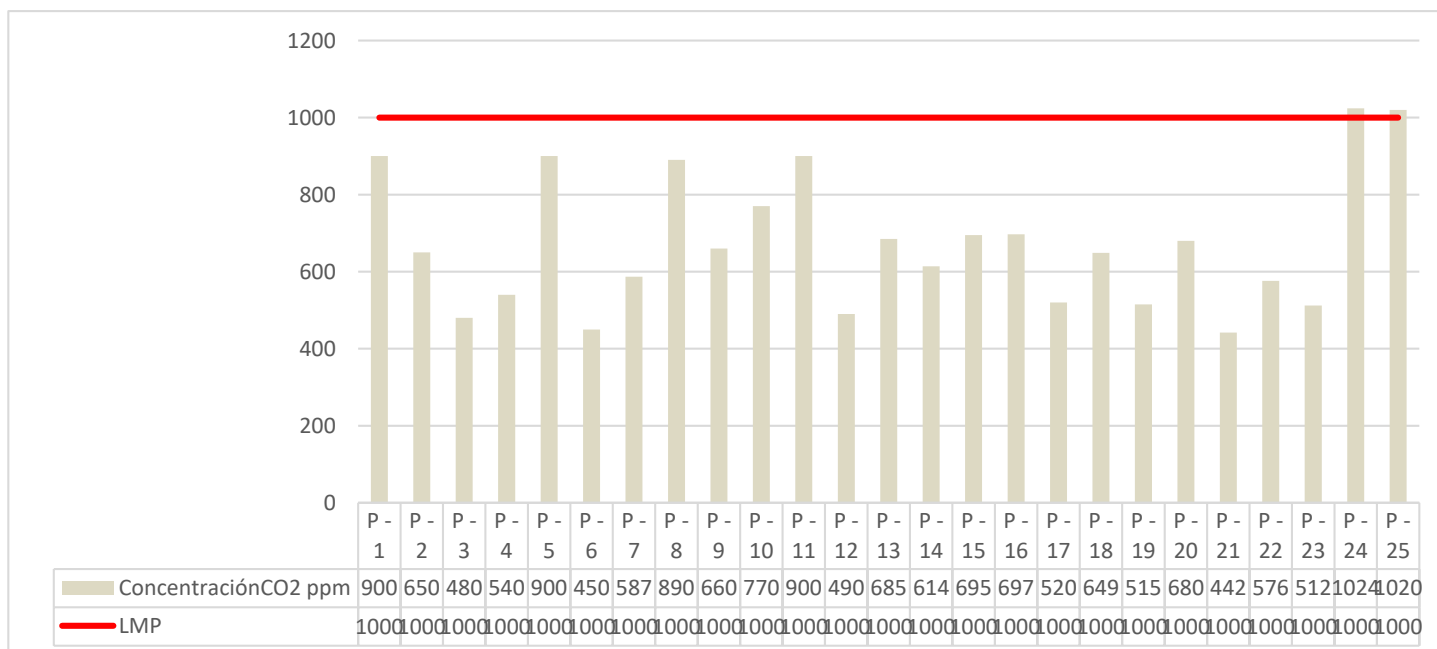


Figura 2. Resultado de la concentración del dióxido de carbono en interiores

En la figura 3, se puede observar los resultados del comportamiento de la concentración del dióxido de carbono con respecto a la ventilación, a mayor concentración de CO₂ disminuye la ventilación y a menor concentración de CO₂ aumenta la ventilación en el ambiente de trabajo esta diferencia de concentración de CO₂ se debe a la cantidad de personas que están laborando, al tamaño de la oficina y a la ubicación de las oficinas que mucho de ellos las ventanas están cerradas debido al golpe de calor que hace q no exista ventilación e incrementa la concentración del CO₂, se puede observar que en la oficina de alcaldía y Sub gerencia de estadística e informática excedieron la concentración del CO₂ con valores de 1024 ppm y 1020 ppm debido al aire acondicionado a continuación se muestra los resultados en la siguiente gráfica:

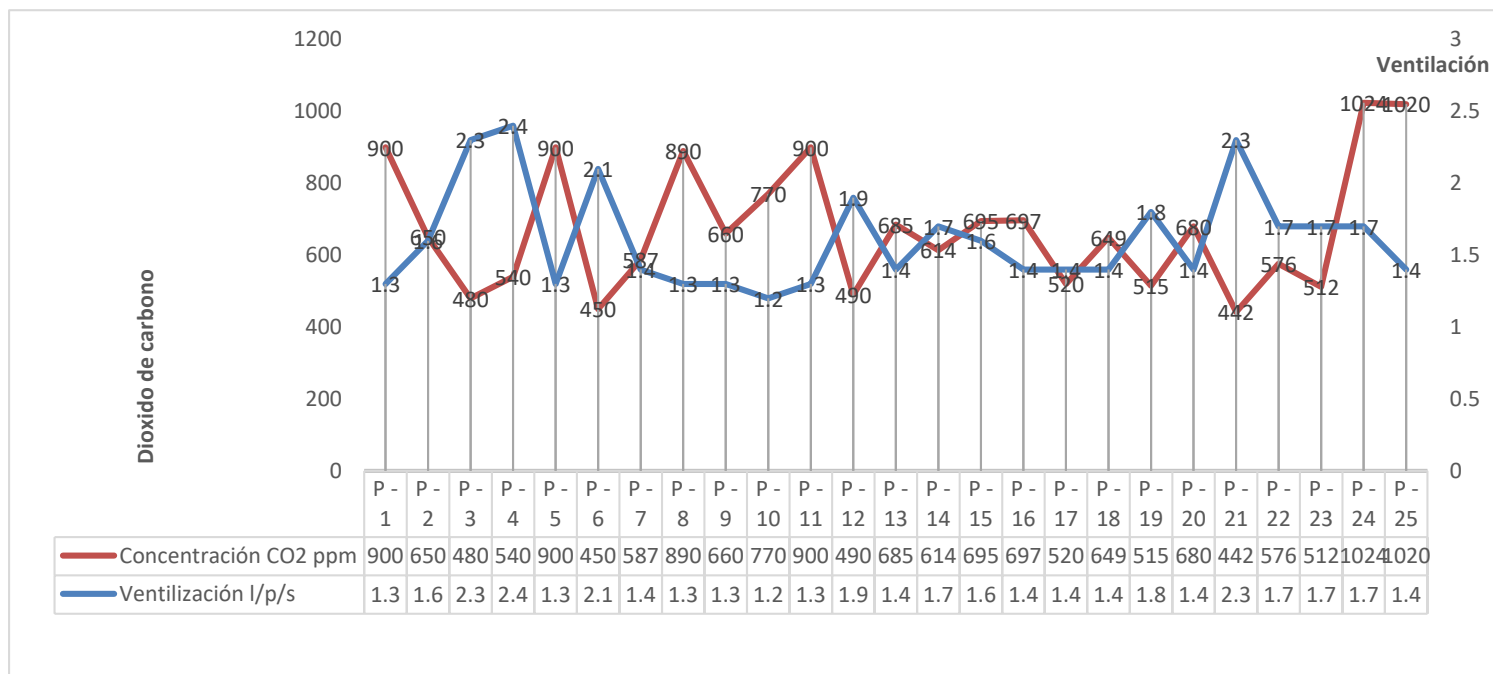


Figura 3. Resultado del comportamiento de dióxido de carbono con respecto a la ventilación en interiores

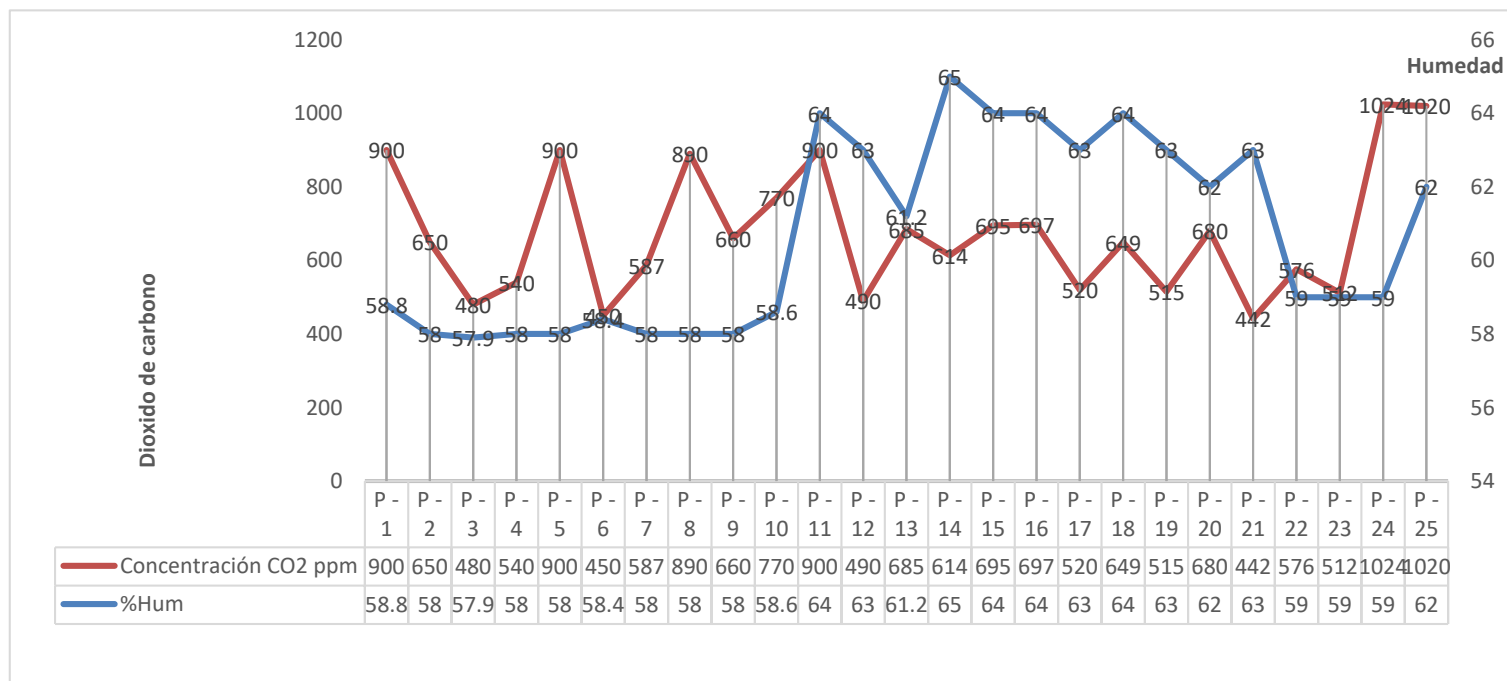


Figura 4. Resultado del comportamiento de dióxido de carbono con respecto a la humedad

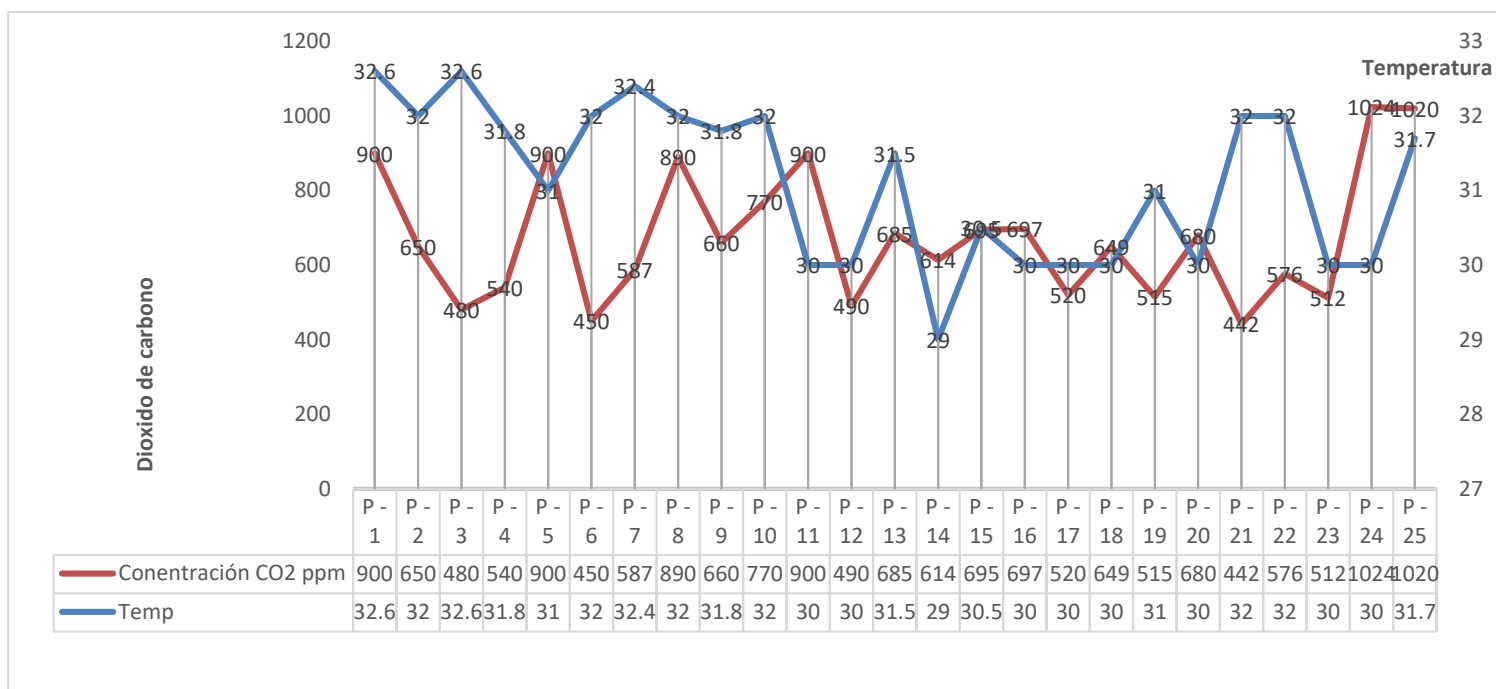


Figura 5. Resultado del comportamiento de dióxido de carbono con respecto a la temperatura

En la figura 4 y 5 de la evaluación de la humedad y temperatura fueron realizadas durante los días con ocupación de los trabajadores en sus horas de trabajo los valores obtenidos son el promedio de los datos registrados obtenido durante la medición realizada en las ocho horas de trabajo como se puede observar el gráfico de humedad y temperatura, en los ambientes evaluados no existe una relación directa con los valores obtenidos con respecto al incremento o disminución del dióxido de carbono esto se debe a la ubicación de las oficinas y ventanas, donde la ventilación del aire interior depende significativamente de las condiciones exteriores.

Tabla 3. Correlación de las variables dependientes e independientes

Correlaciones			
		VD	VI
VD:	Correlación de Pearson	1	-,214
CO2	Sig. (bilateral)		,304
	N	25	25
VI:	Correlación de Pearson	-,214	1
Ventila	Sig. (bilateral)	,304	
ción	N	25	25

VD: Variable dependiente

VI: Variable Independiente

La correlación negativa significa: Las dos variables se correlacionan en sentido inverso.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N° 3 se puede observar que si existe correlación baja en sentido inverso entre el dióxido de carbono y la ventilación en ambientes de interiores eso significa a mayor concentración de CO₂ disminuye la ventilación y a menor concentración de CO₂ aumenta la ventilación en el ambiente de trabajo.

En la investigación realizada por Wang, Wei; Shan, Xiaofang; Hussain, Syed Asad; et ál (2020), obtuvieron resultados de niveles de concentración de CO₂ de las seis zonas en tres escenarios se podría deducir que tuvieron el peor control rendimiento de la calidad del aire interior, ya que los patrones de concentración de CO₂ poseen un cambio exponencial, y el nivel máximo de concentración de CO₂ alcanzó 1280 ppm que excedió los 1000 ppm que recomienda la normativa. De la misma manera se puede confirmar que nuestra evaluación tiene mucha similitud a esta investigación donde se obtuvieron valores bajos, pero también dos áreas de oficinas excedieron los niveles de contaminación de CO₂ con valores mayores al nivel de comparación de 1000 ppm.

En otro estudio realizado por Quispe (2016), en un estudio realizado en la escuela de Ingeniería Química-UNSHAYACUCHO, se midió la concentración del CO₂ para conocer su influencia en la salud de los estudiantes durante el desarrollo de las labores académicas teniendo como resultados de la calidad del aire interior de las aulas H—103 y aula H-112, están por debajo de los niveles recomendados por ASHRAE de 1000 ppm de CO₂, alcanzándose un máximo en el aula H-112 de un valor de 844 ppm. Se puede afirmar que, en los ambientes de la Escuela de Ingeniería Química, se goza de un confort térmico adecuado y bueno debido a que la temperatura del interior varía de 19,3 a 24 °C. Siendo lo recomendado por la ASHRE de temperaturas que oscilan entre 20 – 23 °C en invierno y de 23 – 27 °C en verano, comparando con los resultados obtenidos en nuestra investigación 23 oficinas evaluadas no excedieron el valor recomendado por la normativa NTP 549: El dióxido de carbono de 1000 ppm.

En el estudio realizado por Muscatiello, N., McCarthy, A., Kielb, C., Hsu, W. H., Hwang, S. A., & Lin, S. (2015) en su artículo publicado menciona que las concentraciones de dióxido de carbono se midieron en las aulas durante 48 horas, y los maestros completaron encuestas para evaluar la información demográfica. y síntomas auto informados experimentados durante el año escolar actual. Los datos de 64 aulas (de 1 a 9 por escuela) se vincularon con 68 encuestas de maestros (para cuatro aulas, se devolvieron dos encuestas). En general, aproximadamente el 20% de las concentraciones de CO₂ medidas en el aula estaban por encima de 1000 partes por millón (ppm), oscilando entre 352 y 1591 ppm. En los análisis multivariados, las probabilidades de informar síntomas neurofisiológicos (es decir, dolor de cabeza, fatiga, dificultad para concentrarse) entre los maestros, esta investigación tiene similitud en la evaluación del CO₂ donde dos oficinas evaluadas excedieron los niveles de comparación de 1000 ppm

La investigación realizada por Vargas & Gallego (2014), en su investigación titulada “Calidad del aire en dos centros hospitalarios y ocho clínicas veterinarias en Costa Rica” publicado en la revista Española de salud, menciona que la investigación se realizó en los años 2003 y 2004. Estudiaron que existen contaminantes en ambientes de interiores que es muy letal para la salud de los trabajadores, realizaron la investigación encontrando niveles de riesgo por contaminación en ambientes internos como: CO₂, CO, hongos, bacterias, como resultado se obtuvieron los siguientes la Concentración microbiana aceptable, incremento de CO₂, no hay ventilación buena y los trabajadores se encuentran cansado cuando los valores superan a los 900 ppm, aumenta la temperatura. Nuestro dato evaluado en las oficinas de la Municipalidad Provincial de Tocache tiene mucha similitud de incremento del CO₂ cuando no existe mucha ventilación el CO₂ aumenta nuestros valores reportan que solo dos áreas evaluadas excedieron más de 1000 ppm, sobrepasando los límites recomendados.

Según Turanjanin, V., Vučićević, B., Jovanović, M., Mirkov, N., & Lazović, I. (2014), en su investigación titulada Mediciones de CO₂ en interiores en escuelas serbias y tasa de ventilación cálculo publica en Science Direc de la revista Energy menciona que los resultados han demostrado que las aulas en serbio de las escuelas tienen ventilación inadecuada. El valor medio de la concentración de dióxido de carbono a menudo ha superado las 1000 ppm, esta investigación es muy similar a los valores obtenidos en las oficinas que excedieron los valores recomendado por la normativa NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior.

IV.- CONCLUSIONES

El trabajo de investigación se realizó con 78 trabajadores distribuidos en 25 ambientes de trabajo el monitoreo se realizó con los ocupantes por un periodo de 8 horas en la Municipalidad provincial de Tocache obteniendo los siguientes resultados:

En los punto de monitoreo P-1 hasta P-23 los valores obtenidos de la concentración de dióxido de carbono no excedieron los límites recomendado por la normativa NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior que recomienda que no se debe exceder una concentración máxima de 1000 ppm de CO₂ como indicador de la contaminación generado por los ocupantes, muy diferentes a la evaluación de los puntos P- 24 y P-25 oficina de alcaldía y la oficina de la sub gerencia de estadística e informática sobrepasaron la normativa de comparación esto se debe al aire acondicionado.

En esta investigación se ha demostrado que no existe correlación entre la concentración del dióxido de carbono con la humedad y temperatura del aire interior, esto se debe a la ubicación de las oficinas y ventanas, donde la ventilación del aire interior depende significativamente de las condiciones exteriores.

Si existe una correlación entre la concentración del dióxido de carbono con respecto a la ventilación, como se puede ver en la fig.3 a mayor concentración de CO₂ disminuye la ventilación y a menor concentración de CO₂ aumenta la ventilación en el ambiente de trabajo, esta diferencia de concentración de CO₂ se debe a la cantidad de personas que están laborando, al tamaño de la oficina y a la ubicación de las oficinas que mucho de ellos las ventanas están cerradas debido al golpe de calor que hace q no exista ventilación y es por ello que incrementa la concentración del CO₂.

IV.- RECOMENDACIONES

La recomendación temporal podría ser en abrir las ventanas de las oficinas durante los descansos con periodos prolongados de tiempo con la finalidad de bajar la concentración en las oficinas ya que debido a la falta de circulación de aire genera una alta concentración de CO₂.

En las oficinas Sub gerencia de estadística e informática el personal no debe permanecer mucho tiempo en esta área puesto que se puede ver afectado en su salud debido al incremento del CO₂ que excede los valores de comparación de dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior que recomienda que no se debe exceder una concentración máxima de 1000 ppm.

Se recomienda realizar investigaciones de parámetros meteorológicos y monitoreo del dióxido de carbono en la parte exterior para conocer la influencia en los ambientes interiores ya que una mala ventilación en los ambientes interiores hace que incremente el dióxido de carbono.

Se debe tener en cuenta cuando construyan ambientes (Oficinas) realizar diseños arquitectónico ambiental para aprovechar aspectos naturales como iluminación, ventilación y el clima para disminuir la contaminación en los ambientes interiores.

Para tener una buena ventilación en los interiores de las oficinas se recomienda utilizar plantas que absorban el dióxido de carbono tales como sansevieria trifasciata, espatifilo, palma de bambú.

V.- AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme guiado, cuidado, y por darme fortaleza para seguir adelante y alcanzar todas mis metas trazadas.

A mis queridos padres, Orlando A Quispe Rodríguez y Teófila Izquierdo Castillo, quienes con mucho amor y sacrificio me formaron con valores y principios para ser una persona íntegra y por su apoyo incondicional en mi formación profesional, mi eterno agradecimiento.

A la Universidad Peruana Unión, "Alma Mater" de mi formación profesional, en especial a la escuela profesional de ingeniería ambiental.

A mis docentes de la escuela profesional de ingeniería ambiental, por sus consejos y enseñanzas quienes contribuyeron en mi formación académica.

A mi asesor la M.Sc. Ing. Betsabeth Teresa Padilla Macedo por su incondicional y valioso apoyo en el presente trabajo de investigación.

A mis compañeros de trabajo de la Gerencia de Desarrollo Ambiental de la Municipalidad Provincial de Tocache por el apoyo brindado en los buenos y malos momentos.

VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chipana Meza, M. M., & Matos Zavaleta, N. (2020). Evaluación de las concentraciones de CO₂ en interiores y su influencia en la salud de los estudiantes de la Universidad Peruana Unión. Recuperado de: http://repositorio.upeu.edu.pe:8080/bitstream/handle/UPEU/3196/Mayra_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Del Águila, K (2019), comunicación personal 2 diciembre.

Ferreira, A. M. C., & Cardoso, S. M. (2013). Exploratory study of air quality in elementary schools, Coimbra, Portugal. *Revista de saude publica*, 47, 1059-1068. Recuperado <https://www.scielo.org/article/rsp/2013.v47n6/1059-1068/en/>.

Hernández, Fernández & Baptista, L. 2010. Metodología de La Investigación. Quinta ed. edited McGraw-Hill. México D.F.

Huamán, V. Q. (2015). Descripción de los efectos de los óxidos de carbono (CO₂ y CO) en ambientes interiores y exteriores. *Revista de Investigación Universitaria*, 4(1). Recuperado de: <https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/riu/article/view/661>.

Organización Mundial de la Salud. 2018. OMS | Contaminación Del Aire de Interiores y Salud. Estados

Unidos. Retrieved (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/es/>).

- Messina, V., Spinetto, M. V., Aguirre, J. C., & de Oto, L. (2006). Gestión de la calidad del aire por impacto del tránsito vehicular en un municipio de la región metropolitana de Buenos Aires. *Acta Nova*, 3(2), 211-223. Recuperado: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892006000100006&script=sci_arttext.
- Ministerio del trabajo. 2011. Ley 29783 de Seguridad y Salud En El Trabajo.Pdf. Retrieved (<https://www.sunafil.gob.pe/seguridad-y-salud-en-el-trabajo.html#i-marco-legal-2>).
- Morán, L., Yábar, G., & Figueroa, K. (2017). Calidad del aire interior en el síndrome del edificio enfermo, Ciudad de Trujillo. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 17(4). Recuperado <http://168.121.49.88/index.php/RFMH/article/view/1209>.
- Muscatiello, N., McCarthy, A., Kielb, C., Hsu, W. H., Hwang, S. A., & Lin, S. (2015). Classroom conditions and CO 2 concentrations and teacher health symptom reporting in 10 New York State Schools. *Indoor air*, 25(2), 157-167.
- Turanjanin, V., Vučićević, B., Jovanović, M., Mirkov, N., & Lazović, I. (2014). Indoor CO 2 measurements in Serbian schools and ventilation rate calculation. *Energy*, 77, 290–296.
- Quispe, H. P. (2016). Evaluación de la calidad del aire interior en los ambientes de la Escuela de Ingeniería Química–UNSCH-Ayacucho. *Revista Investigación*, 24(1), 115-120.
- Subils, M. J. B., & Domínguez, F. B. (2000). NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior. Centro nacional de condiciones de trabajo-Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España.
- Wang, W., Shan, X., Hussain, S. A., Wang, C., & Ji, Y. (2020). Comparison of Multi-Control Strategies for the Control of Indoor Air Temperature and CO2 with OpenModelica Modeling. *Energies*, 13(17), 4425
- Vargas, F. & Isabel Gallego, I. (2014). Centros Hospitalarios y Ocho Clínicas Veterinarias. *Revista Española de Salud Pública*, 17–26. Retrieved https://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1135-57272005000200011&script=sci_abstract.
- Vargas Marcos, F., & Gallego Pulgarín, I. (2005). Calidad ambiental interior: bienestar, confort y salud. *Revista española de salud pública*, 79, 243-251. Recuperado <https://www.scielosp.org/article/resp/2005.v79n2/243-251/es/>