



Evaluación de los sistemas de ventilación para el control de bioseguridad en edificios de Guayaquil

Evaluation of ventilation systems for biosafety control in buildings in Guayaquil

Avaliação de sistemas de ventilação para controle de biossegurança em edifícios em Guayaquil

Jan Brandon Cedillo-Carrillo^I
jcedilloc@ulvr.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2506-2235>

Freibert Joffre Miranda-Mejia^{II}
fmirandam@ulvr.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6492-7353>

Javier Nicolás Areche-García^{III}
javier.arecheg@ug.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0985-9482>

Correspondencia: jcedilloc@ulvr.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de junio de 2022 * **Aceptado:** 12 de julio de 2022 * **Publicado:** 04 de agosto de 2022

- I. Ingeniero Civil, Investigador Independiente, Universidad Laica, Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador.
- II. Ingeniero Civil, Investigador Independiente, Universidad Laica, Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador.
- III. Magister Scientiarum en Gerencia Empresarial, Doctor en Ciencias para el Desarrollo Estratégico, Docente Investigador en Universidad Laica, Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad de Guayaquil, Facultad de Matemáticas y Física, Carrera de Ingeniería Civil, Docente investigador, Ecuador.

Resumen

El presente artículo se sustenta en un tipo de investigación descriptiva, con un enfoque cuantitativo, con el objetivo de analizar los sistemas de ventilación de los edificios en Guayaquil para el control de la bioseguridad. En este marco, se muestra la problemática referida a de la importancia de tener una ventilación adecuada para el control de bioseguridad requerido para evitar el contagio del covid-19. A nivel mundial, los edificios sufren del síndrome del edificio enfermo desde mucho antes de la llegada del covid-19, este síndrome se da cuando en un edificio un grupo de personas que trabajan o conviven dentro del mismo, presentan síntomas en sus vías respiratorias, el cual desaparece gradualmente al salir de dicho edificio. Es por esto que este síndrome ha repercutido aún más en la salud de los ocupantes de un edificio, lo que lo convierte en vulnerable al contagio de covid-19. Para el cumplimiento del objetivo se definieron los sistemas de ventilación existentes y aprobados en edificios de Guayaquil, así también como el funcionamiento de los mismos. Finalmente, se procedió a evaluar la normativa actual de bioseguridad que se implementó a partir de la pandemia, para obtener el análisis completo se aplicaron técnicas e instrumentos que ayudaron a realizar mediciones de calidad del aire dentro y fuera de estos edificios.

Palabras clave: Sistemas de ventilación; síndrome del edificio enfermo; evaluación de bioseguridad; Covid 19.

Abstract

This article is based on a type of descriptive research, with a quantitative approach, with the aim of analyzing the ventilation systems of buildings in Guayaquil for biosafety control. In this framework, the problem referred to the importance of having adequate ventilation for the biosecurity control required to avoid the spread of covid-19 is shown. Worldwide, buildings have suffered from sick building syndrome long before the arrival of covid-19, this syndrome occurs when a group of people who work or live in a building present symptoms in their respiratory tract, which gradually disappears when leaving said building. This is why this syndrome has had an even greater impact on the health of the occupants of a building, making it vulnerable to the spread of covid-19. In order to fulfill the objective, the existing and approved ventilation systems

in buildings in Guayaquil were defined, as well as their operation. Finally, the current biosafety regulations that were implemented after the pandemic were evaluated, to obtain the complete analysis, techniques and instruments were applied that helped to carry out air quality measurements inside and outside these buildings.

Keywords: Ventilation systems; sick building syndrome; biosafety evaluation; Covid 19.

Resumo

Este artigo é baseado em um tipo de pesquisa descritiva, com abordagem quantitativa, com o objetivo de analisar os sistemas de ventilação de edifícios em Guayaquil para controle de biossegurança. Nesse quadro, mostra-se o problema referente à importância de se ter ventilação adequada para o controle de biossegurança necessário para evitar a disseminação da covid-19. Em todo o mundo, os edifícios sofriam da síndrome do edifício doente muito antes da chegada da covid-19, essa síndrome ocorre quando um grupo de pessoas que trabalha ou mora em um prédio apresenta sintomas no trato respiratório, que desaparecem gradualmente ao sair do referido prédio. É por isso que esta síndrome tem tido um impacto ainda maior na saúde dos ocupantes de um edifício, tornando-o vulnerável à propagação da covid-19. Para cumprir o objetivo, foram definidos os sistemas de ventilação existentes e aprovados nos edifícios de Guayaquil, bem como seu funcionamento. Por fim, foram avaliados os regulamentos de biossegurança vigentes que foram implementados após a pandemia, para obter a análise completa, foram aplicadas técnicas e instrumentos que ajudaram a realizar medições da qualidade do ar dentro e fora desses edifícios.

Palavras-chave: Sistemas de ventilação; síndrome do edifício doente; avaliação de biossegurança; Covid 19.

Introducción

Los sistemas de ventilación a nivel mundial han perdido eficacia en el control de los contagios masivos del virus Covid-19 según la REHVA (Federación de Asociaciones europeas de la calefacción, ventilación y el aire acondicionado). Por su parte, según información aportada por la Organización Mundial de la Salud, en los países de América Latina, se tienen los siguientes ejemplos con ciertas problemáticas:

El Hospital Sarah Kubitschek en Salvador Brasil, diseñado por el arquitecto brasilero Joao Filgueiras Lima, presenta el problema habitual existente en zonas ventosas y es que la presión del

viento es más alta en un lado del edificio que en otro. Además, en la construcción de la nueva sede de la compañía de Desarrollo Urbano (EDU) en Medellín, una piel exterior compuesta de elementos prefabricados de alta calidad permite conducir a una chimenea solar interna para refrescar el aire frío del exterior, lo cual ocasiona un mal fluido en los sistemas de ventilación dando así un mal manejo en la calidad del aire hacia los usuarios.

Deberían considerarse mecanismos constructivos para evitar la propagación de bacterias debido a la actual pandemia COVID-19. Para las empresas de Guayaquil y sus empleados, esto significa un mayor enfoque en el sistema HVAC en sus edificios, no solo en términos de la enfermedad que causa el covid-19, sino también del resfriado común y otros virus transmitidos por el aire que podrían circular por las corrientes del sistema de ventilación, El desarrollo de espacios propicios, que garantice integridad, higiene y bienestar; para las personas que ingresen laborar al establecimiento a realizar sus actividades.(Asamblea Nacional Constituyente, 2018).

Su medio de contagio es de persona a persona por medio de secreciones respiratorias que se propagan principalmente por vía aérea, aunque se estima actualmente que el riesgo de contagio por esta vía es solo de 1 en 10 000. (CDC, 2021) Por esta razón surge el interés sobre la ruta de transmisión área, ya que representa un riesgo alto de propagación del virus, considerando que esta vía genera partículas llamadas aerosoles, con tamaño inferior a 5 μm de diámetro y dinámicas de flujo en el aire que incluyen chorros turbulentos, evaporación y sedimentación. (Jayaweera M, 2020).

Esta investigación servirá de guía o impulso para el cambio de la normativa interna de los sistemas de ventilación, para que de aquí en adelante sean realmente eficientes y eficaces a la hora del control de bioseguridad de la pandemia por covid-19. Dado que, se pretende implementar este conocimiento a un uso práctico y real como instrumento de control de bioseguridad de la pandemia. De allí que, el presente artículo se sustenta en un tipo de investigación descriptiva, con un enfoque cuantitativo, con el objetivo de analizar los sistemas de ventilación de los edificios en Guayaquil para el control de la bioseguridad.

Dado que las personas que viven en los edificios de Guayaquil permanecen por periodos prolongados y algunas con ocupaciones altas, lo cual los expone a partículas del aire contaminadas. Además, si no existe una adecuada ventilación, estos hechos contribuyen a la diseminación de cualquier virus (Park S, 2021).

En este marco, se muestra la problemática referida a de la importancia de tener una ventilación adecuada para el control de bioseguridad requerido para evitar el contagio del covid-19. A nivel mundial, los edificios sufren del síndrome del edificio enfermo desde mucho antes de la llegada del covid-19, este síndrome se da cuando en un edificio un grupo de personas que trabajan o conviven dentro del mismo, presentan síntomas en sus vías respiratorias, el cual desaparece gradualmente al salir de dicho edificio.

La falta de suministro de sistemas de ventilación debida a la gran demanda existente constituye una de las principales preocupaciones en la actualidad, ya que conduce a la saturación del sistema sanitario y evita que personas de soporte respiratorio invasivo puedan ser tratados. Por este motivo cobra vital importancia la búsqueda y creación de sistemas alternativos de ventilación seguros y eficaces. (Penman JM, 1980).

Las estrategias de ventilación se deben adaptar según los diseños de los edificios. Los sistemas de ventilación se pueden clasificar en tres categorías basándonos en las fuerzas que ayudan a promoverla. (Montazami A, 2021)

- Ventilación natural: consiste en aumentar la renovación del aire con fuerzas naturales promovidas por el viento, que desplazan el aire viciado sin necesidad de medios mecánicos.
- Ventilación mecánica (forzada): se promueve mediante la aplicación de fuerzas motrices mecánicas que incluyen el uso de inyectores de aire o extractores.
- Ventilación híbrida: esta configuración permite la combinación de sistemas mecánicos y naturales para mejorar las tasas de ventilación.

Metodología

La metodología deductiva es un razonamiento jerárquico, debido a que parte de algo general hasta algo particular. Por esto, el método sirve para adquirir conocimiento desde un conocimiento anterior. Además de ser práctico cuando es muy difícil observar las causas que produce un fenómeno y solo se logra observar sus consecuencias. Los autores Hernández, Fernández y Baptista en su libro Metodología de la investigación, determinan que “el método deductivo comienza con la teoría y ésta se deriva en expresiones lógicas denominadas hipótesis que el investigador somete a prueba a través de un enfoque cuantitativo” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

La metodología para emplear en esta investigación será deductiva, debido a que se trabajará con datos numéricos y estadísticos observables, que determinaran el funcionamiento que tienen los sistemas de ventilación en los edificios, pasando a través de cada punto particular establecido hasta determinar la veracidad de la hipótesis planteada.

Los autores anteriormente referidos definen a la investigación descriptiva como “aquella que busca especificar las propiedades y características de personas, grupos, o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretende medir información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o variables referidas” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Esta investigación se trabajará de manera descriptiva — De campo, debido a que se describe la información obtenida sobre la regulación de los sistemas de ventilación. El GAD Municipal y los datos obtenidos en los habitáculos de los edificios de Guayaquil.

Enfoque

Para la búsqueda de información de esta investigación se trabaja con un enfoque cuantitativo, dado que se recopilará información sobre la regulación llevada a cabo por el GAD municipal sobre la ventilación de edificios, la calidad de aire interior de edificios a través de un cuestionario. Así como, la toma de datos sobre la velocidad de aire y su calidad en los habitáculos de los edificios, los cuales se expresan en datos numéricos, para luego obtener la verificación de cada uno de los objetivos.

Las técnicas que se utilizan en esta investigación son las siguientes:

- Encuestas.
- Mediciones de velocidad interna.
- Medición de velocidad externa.
- Medición de la humedad del aire.
- Medición de la temperatura.

Instrumentos de la investigación:

Los instrumentos utilizados son los siguientes:

- Anemómetro.
- Instrucciones del uso del cuestionario.

Población y muestra

La población se define como “El conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). En ese orden, este estudio se realizó en Guayaquil, donde han construido 199 edificios, los cuales se encuentran en su mayoría en el centro y norte de la ciudad.

La muestra es “un subgrupo de la población, es decir, un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (Hernández, Fernández & baptista, 2014).

Para el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2(N - 1) + Z^2 \sigma^2}$$

$$n = \frac{2.58^2 * 0.5^2 * 199}{0.5^2(199 - 1) + 2.58^2 0.5^2}$$

$$n = 6$$

Dando un valor de muestra de 6 edificios pertenecientes a Guayaquil, a los que se les van aplicar las mediciones y a los 6 encargados generales de cada uno de los edificios a los que se aplicó el estudio.

Análisis de los resultados

Análisis de información obtenida del GAD municipal

Para el desarrollo de la investigación, se recolectó información oficial sobre los sistemas de ventilación aprobados por el GAD Municipal de Guayaquil y de los edificios que tiene alguno de estos sistemas. Para esto se acudió a las oficinas de la referida entidad, donde se obtuvo la información necesaria sin dificultad alguna, de allí se recopiló lo necesario para continuar la investigación.

Análisis de Mediciones Realizadas

Para este artículo se realizaron mediciones de diferentes parámetros con respecto a la calidad de aire dentro de los edificios de Guayaquil, los parámetros utilizados son, la velocidad interna, la velocidad externa, la humedad y la temperatura del aire. A través de la fórmula para identificar la muestra se obtuvo un resultado de seis edificios, los cuales se decidió escoger: WORLD TRADE CENTER TORRE A, WORLD TRADE CENTER TORRE B, EDIFICIO CLARO, EDIFICIO JOSE JOAQUIN GALLEGOS LARA, HOTEL SHERATON Y EL EDIFICIO EQUILIBRIUM. El world trade center torre A y torre B, ubicados en la av. Francisco de Orellana, fueron los primeros en ser visitados, en donde los encargados de los edificios permitieron el acceso a las instalaciones de los sistemas de ventilación, de los cuales se obtuvo las mediciones necesarias de manera más efectiva, así mismo, se consiguieron los parámetros de los sistemas de ventilación de los edificios restantes utilizados para este artículo.



Figura1: muestra el Anemómetro con el cual se realizó la validación de datos.

Análisis de las encuestas realizadas

Para este artículo se realizaron encuestas a los encargados de los diferentes edificios para determinar la percepción que ellos tenían con respecto a la calidad de aire, así determinar junto con los datos obtenidos el funcionamiento de los sistemas de ventilación instalados.

Sistema de Ventilación debidamente aprobado por el GAD Municipal de Guayaquil

Se presentala siguiente tabla con los sistemas de ventilación aprobados por el GAD Municipal.

Figura 2: Sistemas de ventilación en Guayaquil

Sistemas de Ventilación	Aprobados por el GAD Municipal
Ventilación híbrida	X
Ventilación mecánica	X

Elaborado por: los autores

Así mismo, se presenta los sistemas de ventilación de los edificios utilizados en la muestra:

Figura 3: Sistemas de ventilación en edificios de Guayaquil aprobados

Edificios evaluados	Sistemas de Ventilación	Aprobados por el GAD Municipal
World Trade Center Torre A	Ventilación Mecánica	X
World Trade Center Torre B	Ventilación Mecánica	X
Edificio Claro	Ventilación Híbrida	X
Edificio José Joaquín Gallegos Lara	Ventilación Mecánica	X
Hotel Sheraton	Ventilación Híbrida	X
Edificio Equilibrium	Ventilación Híbrida	X

Elaborado por: los autores

Medición de parámetros

Se presentan las tablas que describen el funcionamiento de cada sistema de ventilación evaluados en edificios de la ciudad.

Figura 4: Funcionamiento del sistema de ventilación del edificio W.T.C. Torre A

Parámetros	Normativa	Obtenidos
Velocidad interna (m/s)	5 - 8	6.5
Caudal externo (dm ³ /s.per)	3.6	3.7
Humedad del aire (%)	45 - 60	54
Temperatura (°C)	23-25	23

Elaborado por: los autores

Figura 5: Funcionamiento del sistema de ventilación del edificio W.T.C Torre B

Parámetros	Normativa	Obtenidos
Velocidad interna (m/s)	5 - 8	7
Caudal externo (dm ³ /s.per)	3.6	4
Humedad del aire (%)	45 - 60	50
Temperatura (°C)	23-25	24

Elaborado por: los autores

Figura 6: Funcionamiento del sistema de ventilación del edificio Claro

Parámetros	Normativa	Obtenidos
Velocidad interna (m/s)	5 - 8	6.3
Caudal externo (dm ³ /s.per)	3.6	3.8
Humedad del aire (%)	45 - 60	58
Temperatura (°C)	23-25	24

Elaborado por: los autores

Figura 7: Funcionamiento del sistema de ventilación del edificio José Joaquín Gallegos Lara

Parámetros	Normativa	Obtenidos
Velocidad interna (m/s)	5 - 8	6.5
Caudal externo (dm ³ /s.per)	3.6	3.6
Humedad del aire (%)	45 - 60	49
Temperatura (°C)	23-25	23

Elaborado por: los autores

Figura 8: Funcionamiento del sistema de ventilación del Hotel Sheraton

Parámetros	Normativa	Obtenidos
Velocidad interna (m/s)	5 - 8	7.5
Caudal externo (dm ³ /s.per)	3.6	3.9
Humedad del aire (%)	45 - 60	50
Temperatura (°C)	23-25	25

Elaborado por: los autores

Figura 9: Funcionamiento del sistema de ventilación del edificio Equilibrium

Parámetros	Normativa	Obtenidos
Velocidad interna (m/s)	5 - 8	6.7
Caudal externo (dm ³ /s.per)	3.6	4
Humedad del aire (%)	45 - 60	57
Temperatura (°C)	23-25	23

Elaborado por: los autores

De acuerdo con todos los parámetros obtenidos se verificó que los edificios de Guayaquil están acordes a la normativa ecuatoriana para los sistemas de ventilación, manteniendo valores aceptables, sin salirse del rango permisible, lo cual, indica que el funcionamiento de los sistemas cumple con parte de la hipótesis planteada, que indica que dichos sistemas funcionan en conformidad con la normativa.

Figura 10: Funcionamiento de los sistemas de ventilación en los edificios evaluados

Edificios evaluados	Sistemas de Ventilación	Funcionamiento
World Trade Center Torre A	Ventilación Mecánica	Se encuentra en buen estado; la calidad de aire está dentro de los parámetros establecidos.
World Trade Center Torre B	Ventilación Mecánica	Se encuentra en buen estado; la calidad de aire está dentro de los parámetros establecidos.
Edificio Claro	Ventilación Híbrida	Se encuentra en buen estado; la calidad de aire está dentro de los parámetros establecidos.
Edificio José Joaquín Gallegos Lara	Ventilación Mecánica	Le falta mantenimiento y control al sistema. Datos de calidad de aire dentro de lo establecido.
Hotel Sheraton	Ventilación Híbrida	Se encuentra en buen estado; la calidad de aire está dentro de los parámetros establecidos.
Edificio Equilibrium	Ventilación Híbrida	Se encuentra en buen estado; la calidad de aire está dentro de los parámetros establecidos.

Elaborado por: los autores

Encuesta realizada a los encargados de cada uno de los edificios analizados

1. ¿Usted considera que el sistema de ventilación del edificio donde labora recibe un mantenimiento constantemente?

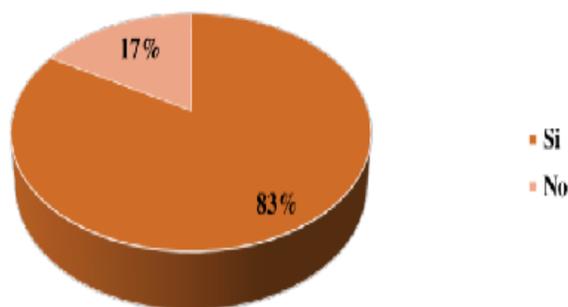


Figura 11: Porcentaje sobre el mantenimiento constante

Se obtuvo que el 83% respondiera que sí considera que el sistema de ventilación del edificio donde labora recibe un mantenimiento constantemente. Mientras que el 17% respondió que no.

Información obtenida de la aplicación de la encuesta

2. ¿Usted cree que el sistema de ventilación del edificio cumple con las normativas de bioseguridad que se han implantado actualmente por la pandemia?

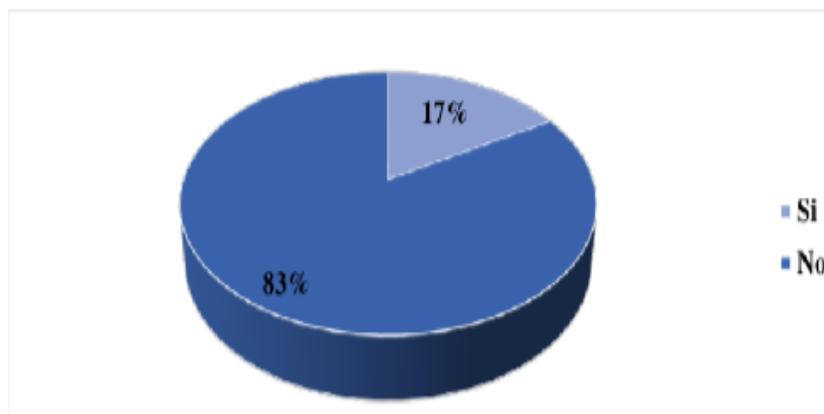


Figura 12: Porcentaje sobre el cumplimiento de las normas de bioseguridad

El 83% de los encuestados cree que el sistema de ventilación del edificio no cumple con las normativas de bioseguridad que se han implantado actualmente por la pandemia, y el 17% respondieron que sí.

Información obtenida de la aplicación de la encuesta

3. ¿Está de acuerdo con que se realicen periódicamente visitas por parte de la municipalidad para que exista un chequeo regular a los sistemas que operan en el edificio?

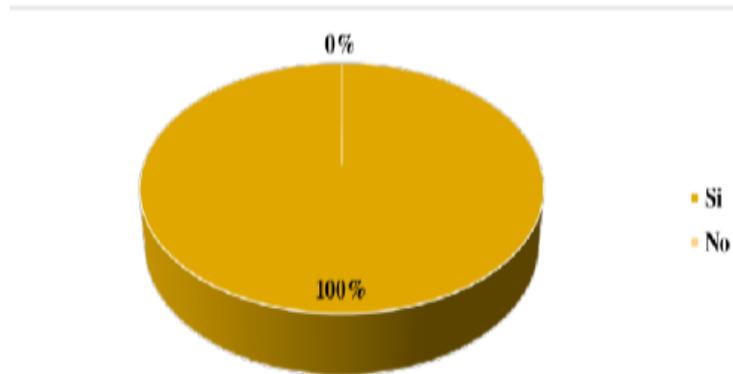


Figura 13: Porcentaje sobre los chequeos regulares por parte de la municipalidad a los edificios

En este grafico se muestra como el 100% está de acuerdo con que se realicen periódicamente visitas por parte de la municipalidad para que exista un chequeo regular a los sistemas que opera el edificio.

Información obtenida de la aplicación de la encuesta

4. ¿Deberían actualizar las normas vigentes con respecto a las normas de bioseguridad dentro de los edificios en Guayaquil?

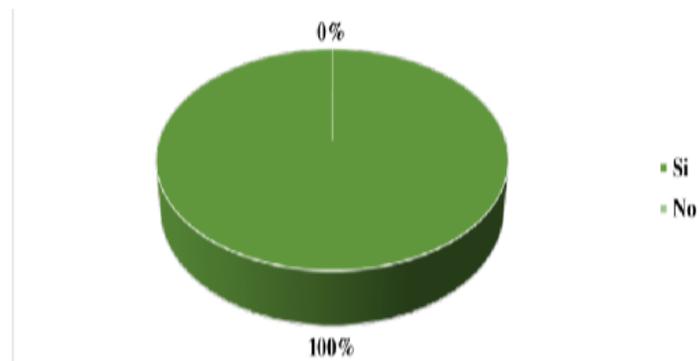


Figura 14: Porcentaje sobre las normas vigentes con respecto a las normas de bioseguridad dentro de los edificios

De esta manera se evidencia que el 100% respondió que sí se deberían actualizar las normas vigentes, en el caso de las normas de bioseguridad dentro de los edificios en Guayaquil.

Evaluación de la normativa del sistema de ventilación con respecto a las exigencias de bioseguridad

Con respecto a las exigencias de bioseguridad en los actuales momentos de pandemia. La NEC-HS-CL de climatización, establece sus parámetros de calidad de aire inferior, mismo que se encuentra desactualizado con referencia a los estándares internacionales de bioseguridad, debido a que ésta se encuentra basada en la normativa (ASHRAE, 2010). Lo anterior colocó a los edificios bajo un estándar de calidad de aire interior nivel 2, mientras que la realidad internacional con respecto a los sistemas de ventilación se basa actualmente en la (ASHRAE, ANSI-ASHRAE Standard 62.1-2019) que disponen a los edificios en el estándar de calidad de aire interior nivel 1. Los parámetros de CAI 1 y CAI 2 son los mismos tanto en la versión 2010 y 2019, por lo que en los cuadros presentados anteriormente se puede visualizar una notable diferencia en la calidad de aire manejada en la ciudad de Guayaquil con respecto al ámbito internacional.

Discusión

Para la primera variable, sistemas de ventilación se inicia con el trabajo de investigación denominado, análisis situacional del sistema de ventilación de una mina subterránea carbonífera-cajamarca-2019. Realizado por Malimba Gastolomendo, Miguel Ángel para obtener el título de Ingeniero en minas de la Universidad Privada del Norte en Perú. Su objetivo general fue realizar el análisis situacional del sistema de ventilación en mina subterránea carbonífera, en el marco de lo cual, se concluye que con los resultados obtenidos y los parámetros medidos obtenidos no pasan los límites máximos permisibles, por lo tanto, no se necesita ventilación artificial. El aporte de esta investigación se encuentra en los supuestos teóricos con respecto a la variable de sistemas de ventilación.

Al proseguir con la misma variable, sistemas de ventilación se tiene el siguiente tema de investigación denominado, Sistema de ventilación mecánica y satisfacción de los pacientes del Hospital II de Tarapoto-EsSalud, 2018, el cual fue realizado por Carlos Alberto García Vásquez

para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista, de la Universidad Cesar Vallejo de Tarapoto Perú.

Su objetivo general fue determinar la relación entre el sistema de ventilación mecánica y la satisfacción de los pacientes del Hospital II de Tarapoto-EsSalud, 2018. Los resultados obtenidos en lo correlacional, al reemplazar los datos en la fórmula de Chi cuadrado, dio un resultado mayor que el Chi tabular donde existe una probabilidad que se rechace la hipótesis es nula, el aporte de este artículo son los aportes teóricos a esta tesis con respecto a la variable de sistema de ventilación.

En el estudio realizado por Jordán Jacinto Muquinche León y Allister Lenin Quiroz Vega para optar por el título de Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones de la Universidad de Guayaquil en el año 2021 en Ecuador. Su objetivo general fue implantar un sistema de toma y registro de temperatura de las personas, y un dispensador automatizado de alcohol y gel antibacterial que optimicen los protocolos de bioseguridad en las edificaciones de la ciudad de Guayaquil.

Los principales resultados obtenidos se concentran en que el prototipo realizado obtuvo un estado de aceptación en todos los procesos realizados, con lo cual se logró cumplir las necesidades por las que fue creado, obteniendo favorables ventajas en la movilidad, usabilidad y accesibilidad. El aporte a éste artículo son los importantes axiomas teóricos con respecto a la variable control de bioseguridad.

Finalmente, para concluir con la variable, control de bioseguridad se tiene el último trabajo de investigación titulado: Prototipo de un aula para la modalidad de Estudios Presenciales con distanciamiento social y medidas de bioseguridad, mismo que fue realizado por Shirley Melissa Alvarado Zurita y Dara Lisbeth Vera Arellano para optar por el título de Ingeniero en Networking y telecomunicaciones de la universidad de Guayaquil en el año 2020 en Ecuador, su objetivo general fue Diseñar un prototipo de aula tecnológica de control de propagación del covid-19 por medio de los recursos y conocimientos que provee la domótica y la IOT orientada para estudios en modalidad presencial con aplicación del distanciamiento social y las medidas de bioseguridad.

Los principales resultados obtenidos se resumen en que el prototipo realizado obtuvo una aceptación favorable con respecto a diferentes criterios, entre los cuales se encuentra el correcto

almacenamiento de información en su base de datos. El aporte a éste artículo fue la información con respecto a la variable de control de bioseguridad.

En el caso de la encuesta realizada se obtuvo que

Conclusiones

- Se logró identificar correctamente, que los sistemas de ventilación aprobados por el GAD municipal de la ciudad de Guayaquil para edificios, son los de ventilación híbrida y ventilación mecánica.
- De manera cuantitativa, se concluye que los sistemas de ventilación funcionan adecuadamente bajo la normativa ecuatoriana de climatización, cumpliendo con cada uno de los parámetros puestos a prueba, como lo es la velocidad interna, la cual debía estar dentro de un parámetro de 5 a 8 in/s y cada edificio consiguió mantenerse en un rango cercano al promedio del mínimo y el máximo, así mismo, se mantuvo un valor mayor al mínimo de 3.6 drn3/s.per en el caudal externo del aire, sin embargo, no se alcanza el valor recomendado de 4.2 din3/s.per. En los siguientes dos parámetros al igual que la velocidad interna, se logró obtener un valor dentro del rango permitido por la normativa.
- Finalmente, se determinó la evaluación de la normativa actual, la cual está basada en la ASHRAE 62.1 versión 2010. Respecto a la calidad de aire interior está basada en parámetros inferiores a los utilizados en la actualidad por la ASHRAE 62.1 versión 2019, debido a que la versión 2010 indica que los edificios de oficinas y residenciales están dentro de la calidad de aire interior de nivel 2, mientras que en su versión 2019 estos deben mantener una calidad de aire interior de nivel 1.
- En conclusión, se logra afirmar la hipótesis planteada que indica que a pesar de que los edificios estén cumpliendo con la normativa ecuatoriana, ésta necesita ser actualizada para cumplir con los parámetros internacionales de bioseguridad.
- Las conclusiones planteadas en este artículo, podrían permitir un enfrentamiento adecuado y seguro, tanto en el escenario de ventilación de los edificios como en el área de bioseguridad de cualquier espacio de los distintos centros de nuestro país.

Referencias

1. Ashrae. (2010). Ansi/ashraestandard 62.1-2010.
2. Asamblea Nacional Constituyente. (2018). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial 449 de 20 Oct. 2008, 1-222. <http://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/09/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador.pdf>.
3. Ashrae. (2019). Ansi/ashraestandard 62.1-2019.
4. COAMSS-OPAMSS. (26 de Agosto de 2020). *Prata caía de Biaseguridad proyectos de construcción en la marca de la emergencia COVID-19*. Obtenido de Issuu: https://issuu.com/coamss_opamss/docs/propuesta_protocolo_de_bioseguridad_sector_constru
5. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metadología de lainveáfiqución, sextoedición*. C.D Mexico: McG RAW- HILL / INTERAMERICANA E DITORES, S.A. DE C.V.
6. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (6 de Abril de 20 11). *Nec-11*. Obtenido de Capitulo 13: Eficiencia Energetica en la Construcción en Ecuador: <https://inmobiIiariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-13-eficiencia-energ3a9tica-en-la-construccic3b3n-en-ecuador-021412.pdf>
7. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2020). *Narma Ecuatoriana de la Canstruccion: Climarizacion*. Quito.
8. Palau, & Soler. (21 de Julio de 2022). *Funcion es de lo Ven tilación*. Obtenido de Mundo HVACR: <https://www.mundohvacr.com.mx/2010/05/funciones-de-la-ventilacion/#:~:text=LaP«20ventilaciPoC3PoB3nP20permiteP«20neutralizarP20y,resultarP«20nocivosPo20paraP«20suPo20salud>.
9. Salvador Escoda S.A, Soler &Palau. (2018). Mç7nUo/ Pro0ficio de Ventilación. Roselló. Soler & Palau. (2020). *Manual de Venrilacion*. España. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. (2019). *Reglamento de Titulación* Obtenido de https://www.ulvr.edu.ec/static/uploads/pdf/file_1556661631.pdf.
10. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Science Brief: SARS-CoV-2 and Surface (Fomite) Transmission for Indoor Community Environments. National Center for

Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD), Division of Viral Diseases. [actualizado el 5 de abril de 2021; citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/more/science-and-research/surface-transmission.html>.

11. Jayaweera M, Perera H, Gunawardana B, Manatunge J. Transmission of COVID-19 virus by droplets and aerosols: A critical review on the unresolved dichotomy. *Environ. Res.* 2020; 188:109819.
12. Park S, Choi Y, Song D, Kim K. Natural ventilation strategy and related issues to prevent coronavirus disease (COVID-19) airborne transmission in a school building. *Sci. Total Environ.* 2021; 1:789.
13. Penman JM. An experimental determination of ventilation rate in occupied rooms using atmospheric carbon dioxide concentration. *Build. Environ.* 1980; 15(1):45-7.
14. Kosik WJ. Design strategies for hybrid ventilation. *ASHRAE J.* 2001; 18-24.
15. Montazami A. BB 101: Guidelines on ventilation, thermal comfort, and indoor air quality in schools. Government Digital Service GOV.UK [actualizado el 23 de agosto de 2018; citado el 14 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/building-bulletin-101-ventilationfor-school-buildings>.
16. Montazami A. BB 101: Guidelines on ventilation, thermal comfort, and indoor air quality in schools. Government Digital Service GOV.UK [actualizado el 23 de agosto de 2018; citado el 14 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/building-bulletin-101-ventilationfor-school-buildings>.

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).