

**Biosecurity measures against risks of contagion by coronavirus-type diseases in educational centers in Portoviejo.**

**Medidas de bioseguridad ante riesgos de contagio por enfermedades tipo coronavirus en centros educativos de Portoviejo.**

**Autores:**

Ing. Vera Almeida, Boris Jerfreir  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ  
Portoviejo- Ecuador



[bvera8066@utm.edu.ec](mailto:bvera8066@utm.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0001-5734-3037>

Ing. Yandún Patiño, Freddy Enrique  
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
Docente de la Facultad de Ciencias Administrativas  
Quito-Ecuador



[freddy.yandun@epn.edu.ec](mailto:freddy.yandun@epn.edu.ec)



<https://orcid.org/000-0002-3952-1108>

Citación/como citar este artículo: Vera, B.y Yandún, F. (2022). Medidas de bioseguridad ante riesgos de contagio por enfermedades tipo coronavirus en centros educativos de Portoviejo. MQRInvestigar, 6(4), 787-813.  
<https://doi.org/10.56048/MQR20225.6.4.2022.787-813>

Fechas de recepción: 15-NOV-2022 aceptación: 10-DIC-2022 publicación: 15-DIC-2022



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>

## Resumen

En la ciudad de Portoviejo las instituciones educativas se vieron afectados por motivo de la pandemia originada por el COVID-19, ocasionando la interrupción de clases presenciales. El Ministerio de educación del Ecuador implementó medidas de bioseguridad que los centros educativos debían seguir para un retorno progresivo a clases, sin embargo, luego del regreso a clases se empezaron a presentar casos de contagio entre la comunidad educativa.

Esta investigación se centró en analizar las medidas de bioseguridad propuestas por los organismos especializados como la Organización Mundial de la Salud, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, el Centro para Control y Prevención de Enfermedades del Gobierno de los Estados Unidos de Norte América y así compararlas con las medidas adoptadas por el MINEDUC en Ecuador. A su vez se realizaron simulaciones de distanciamientos interpersonales de 1m, 1.5m y 2m, en el interior de un aula de clases, tomando como caso de estudio en la Unidad Educativa Villa Nueva de Portoviejo, utilizando el software Open BIM, Covid-19 de Cype, el cual permite realizar comprobaciones de varios parámetros de bioseguridad como el aforo máximo, la distancia de seguridad interpersonal, la separación entre personas e itinerarios.

Como resultado de la aplicación de esta metodología combinada, se determinó una ponderación sobre el nivel de las medidas adoptadas por el MINEDUC, a su vez se identificó el cumplimiento de las medidas de bioseguridad, mediante las simulaciones realizadas. Al final se propusieron medidas de bioseguridad en base a la combinación de metodologías que se aplicaron.

**Palabras claves:** BIM, Covid-19, Educación, Protocolo, Distanciamiento, Aforo.

## Abstract

In the city of Portoviejo, educational institutions were affected due to the pandemic caused by COVID-19, causing the interruption of face-to-face classes. The Ecuadorian Ministry of Education implemented biosecurity measures that educational centers had to follow for a progressive return to classes, however, after the return to school, cases of contagion began to appear among the educational community.

This research focused on analyzing the biosafety measures proposed by specialized agencies such as the World Health Organization, the United Nations Children's Fund, the Center for Disease Control and Prevention of the Government of the United States of North America. and thus compare them with the measures adopted by MINEDUC in Ecuador. At the same time, simulations of interpersonal distancing of 1m, 1.5m and 2m were carried out inside a classroom, taking the Villa Nueva de Portoviejo Educational Unit as a case study, using Cype's Open BIM, Covid-19 software. which allows verification of various biosafety parameters such as the maximum capacity, the interpersonal safety distance, the separation between people and itineraries.

As a result of the application of this combined methodology, a weighting was determined on the level of the measures adopted by the MINEDUC, in turn, compliance with the biosafety measures was identified, through the simulations carried out. In the end, biosecurity measures were proposed based on the combination of methodologies that were applied.

**Keywords:** BIM, Covid-19, Education, Protocol, Distancing, Capacity.

## Introducción

En las últimas dos décadas, el coronavirus del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV) y el coronavirus del síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS-CoV) han causado dos epidemias, con aproximadamente 10,000 casos reportados. En diciembre de 2019, se descubrieron una serie de casos de neumonía causada por un nuevo coronavirus en Wuhan, China. (Equipo Editorial de Vigilancia Europea, 2020). El 30 de enero de 2020, las autoridades chinas anunciaron oficialmente el nuevo coronavirus como patógeno de estas infecciones. (Huang et al., 2020). En los primeros tres meses de la aparición del COVID-19 ya se lo encontraba en 157 países de los cinco continentes y se habían reportado cerca de 170.000 casos, lo que demuestra la alta transmisión entre personas de esta enfermedad (Peña-López y Rincón-Orozco, 2020).

El virus que se localizó en Wuhan, República Popular China el 12 de diciembre de 2019 y llegó a América Latina el 25 de febrero de 2020 (Cervantes Holguín y Guitérrez Sandoval, 2020). En Ecuador se confirmó el primer caso de Covid-19 en un ciudadano ecuatoriano que llegó desde España el 14 de febrero. Posteriormente mostró malestar y fiebre y dio positivo al coronavirus Covid-19 (Tufi, 2020).

Debido al coronavirus Covid-19, la interrupción de la enseñanza en el aula escolar afectó a cerca de 177 países y aproximadamente a 1.300 millones de estudiantes. Durante el inicio de la pandemia, tres cuartas partes de los niños se vieron afectados debido a que, en sus países o regiones, las escuelas fueron cerradas temporalmente. Todo esto es una emergencia educativa, porque según la UNESCO, el cierre de escuelas, aunque sea temporalmente, generará altos costos sociales y económicos, por lo que muchos niños que se enfrentaron a escuelas cerradas probablemente no volverán a las mismas. (CEA,2020)

Con la llegada del coronavirus COVID-19, el sector educativo fue uno de los más afectados ya que esta enfermedad obligó al cierre de todos los centros educativos tanto a nivel primario, secundario como universitario, originando que se implementen nuevas formas y métodos de impartir conocimientos para lo cual se puso la mira en la educación virtual. Sin embargo, esta nueva forma de impartir y recibir conocimientos no se había apegado a la realidad nacional, debido a todas las debilidades en el talento humano que aún no se habían desarrollado en el sector educativo como lo era, la falta de preparación en el manejo de recursos tecnológicos por parte del cuerpo docente, desconocimiento de metodologías para aplicar en la enseñanza virtual, el poco desarrollo tecnológico en el país, el alcance de las redes de internet en todo el territorio y sobre todo las grandes brechas económicas que no permitían al padre de familia adquirir un servicio de conectividad a internet particular. Lo que hace notar la vulnerabilidad socioeconómica que se presenta en el sector educativo en la implementación de una educación virtual, donde estos factores probablemente no

permitieron que los estudiantes lleguen a desarrollar plenamente las destrezas propuestas para ser alcanzadas dentro de los planes curriculares del gobierno.

## **Materiales y métodos**

### **Materiales**

Se la realizó a través de fuentes de investigación primaria y secundaria con la finalidad de recopilar información sobre el tema planteado y así conocer los protocolos que se han establecido de forma general para la comunidad y de manera específica para los centros educativos frente al manejo de esta pandemia.

Se requirió de la elaboración de un modelo digital 3d de la institución educativa, para el cual se lo realizó con el software que pertenece a la plataforma digital de CYPE / con su servidor BIM Server, llamado IFC Builder, el cual permitió levantar un modelo tridimensional del objeto de estudio a partir de un plano 2d.

Fue necesario incorporar el mobiliario para tener una percepción más real sobre la distribución de los espacios dentro de la institución educativa. Frente a esto se utilizó el software Open BIM Furniture, el cual permite incorporar sillas, mesas, libreros, escritorios, mostradores, estanterías, elementos de almacenamiento, televisores y ordenadores.

Para finalizar la modelación tridimensional del edificio se le incorporaron las baterías sanitarias mediante el software Open BIM Water Equipment.

A su vez se trabajó con el software de acceso libre Open BIM COVID-19, el cual permitió generar las modelaciones sobre los escenarios de distribución de espacios con distanciamientos interpersonales, aforos adecuados, flujos de ruta más seguros, distribución correcta de la señalética y materiales de bioseguridad como mascarillas, termómetros, tachos y puntos de control.

### **Métodos**

Se realizaron dos procedimientos dentro de esta investigación: en la primera fase, se recopilaron las medidas de bioseguridad establecidas por organismos competentes especializados nacionales y globales, para hacer frente a la pandemia del COVID-19. Se establecieron siete parámetros principales dentro de las medidas de bioseguridad para investigar (distanciamiento interpersonal, flujo de ruta, señalética, espacios ventilados, lavado de manos, temperatura corporal y uso de mascarilla).

En la segunda fase se elaboró una modelación 3d de la Unidad Educativa Villa Nueva de Portoviejo y se realizaron tres simulaciones para verificar el cumplimiento de las medidas de bioseguridad en función del distanciamiento interpersonal, aforos y flujos de ruta, tomando

como referencia distanciamientos entre personas de 1m, 1.5m y 2m. Se determinaron las cantidades máximas de aforos por aulas de clase de la institución educativa en función de los tres escenarios de distanciamiento mencionados.

En la tercera fase se propusieron medidas de bioseguridad, mediante la recopilación de información bibliográfica de los procedimientos recomendados por los organismos especializados y los resultados de las simulaciones digitales realizadas mediante el programa Open BIM COVID-19.

## Resultados y Discusión

### Fase 1.- Análisis de las medidas de bioseguridad implementadas por el Ministerio de Educación del Ecuador frente a la pandemia por COVID-19.

En la siguiente tabla se muestran las variables que se consideraron para ser aplicadas en las instituciones educativas y el mejor estándar propuesto entre los diferentes organismos especializados en el tema (OMS, UNICEF, CDC), frente a las medidas de bioseguridad acogidas en el Ecuador.

**Tabla 1**

*Ponderación de medidas de bioseguridad por variables.*

	Estándar propuesto - mejor escenario	Valor max ítem	Medida implementadas Ecuador	Calificación en Ecuador
<b>Distanciamiento interpersonal</b>	2 a 4 metros	10	2 metros	10
<b>Señaléticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso obligatorio de mascarilla</li> <li>• Distancia entre personas</li> <li>• Síntomas comunes</li> <li>• Consejos sobre lavado de manos</li> <li>• Paso de control de temperatura</li> <li>• Aforo máximo</li> </ul>	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso obligatorio de mascarilla</li> <li>• Distancia entre personas</li> <li>• Síntomas comunes</li> <li>• Consejos sobre lavado de manos</li> <li>• Paso de control de temperatura</li> <li>• Aforo máximo</li> </ul>	10

<b>Flujo de rutas</b>	Mantener la distancia señalada (1,5-1,8 m) entre cada persona durante el flujo de ruta.	10	Mantener la distancia señalada (2 m) entre cada estudiante.	10
<b>Uso de mascarilla</b>	Uso de mascarillas dentro de los salones de clases de forma obligatoria. No se especifica tiempo máximo de uso, pero se recomienda cambiar a diario.	10	Es obligatorio el uso de mascarillas en todo momento para toda la comunidad educativa (personal docente, administrativo, estudiante, padre / madre de familia y representante legal).	10
<b>Lavado de manos</b>	Mojarse las manos con agua corriente limpia (tibia o fría), cerrar el grifo y enjabonarse las manos. Frotarse las manos con el jabón hasta que haga espuma. Frotarse la espuma por la parte de atrás de las manos, entre los dedos y debajo de las uñas. Restregarse las manos durante al menos 30 segundos. Y enjuagarse con bastante agua.	10	Recomienda el uso de gel para manos. Lavar las manos con agua, frotando la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la mano izquierda, haciendo un movimiento de rotación y realizar la desinfección de manos por al menos 20 a 30 segundos.	10
<b>Espacios ventilados</b>	Asegurar una ventilación adecuada y aumentar el flujo del aire en todos los espacios que sea posible o el uso de		Los espacios donde se desarrollen las actividades educativas deben contar con ventilación de preferencia natural.	5

---

<b>Temperatura corporal</b>	ventiladoras si es que se tienen. Cualquier temperatura de 100.4 °F (38°C) o más se considera fiebre. Temperaturas normales entre 36 y 37,9 °C. También recomienda tomar la temperatura a la entrada del establecimiento e impedir la entrada de personas con fiebre (38 °C o más).	10	El Ministerio de educación recomienda valorar la temperatura corporal de los actores educativos que ingresan a la institución educativa, considerar como alerta una temperatura igual o mayor a 37,5 grados centígrados. Impedir la entrada si el estudiante, personal o visitante tenga 37,5°C o más.
-----------------------------	--	----	--

---

**Nota.** La tabla muestra las variables que se consideraron para ser aplicadas en las instituciones educativas y el mejor estándar propuesto entre los diferentes organismos especializados en el tema (OMS, UNICEF, CDC).

**Tabla 2**

*Resultado de la valoración de las medidas de bioseguridad adoptadas por el MINEDUC.*

Variable de bioseguridad	Medida de bioseguridad MINEDUC	Calificación
Distanciamiento interpersonal	Implementó el mejor estándar propuesto.	10
Señaléticas	Implementó el mejor estándar propuesto.	10
Flujo de rutas	Implementó el mejor estándar propuesto.	10
Uso de mascarilla	Implementó el mejor estándar propuesto.	10
Lavado de manos	Implementó el mejor estándar propuesto.	10
Espacios ventilados	Implementó parcialmente	5
Temperatura corporal	Implementó el mejor estándar propuesto.	10
<b>Total</b>		<b>65</b>

**Nota.** La tabla muestra los resultados de la calificación de cada variable de bioseguridad tomada por el MINEDUC, en base a los mejores estándares propuestos por los organismos especializados (OMS, UNICEF, CDC)

**Tabla 3**

**Resultado del nivel del cumplimiento de las medidas de bioseguridad bajo los mejores estándares propuestos.**

Porcentaje de cumplimiento	Nivel
92.85%	Alto

**Nota.** La tabla muestra el nivel del paquete de medidas implementados por el MINEDUC, en base a los mejores estándares propuestos.

De las siete variables de medidas de bioseguridad que se consideraron en esta investigación, sobre los mejores estándares propuestos entre los organismos especializados como la OMS, UNICEF Y CDC, el Ministerio de Educación del Ecuador adoptó en gran parte las mejores propuestas de medidas de bioseguridad, obteniendo un nivel de “Alto” en función de las distintas variables consideradas en este estudio, con el objetivo de reducir los índices de contagios en los centros de enseñanza del país.

Sin embargo, es importante mencionar que aún quedan aspectos por mejorar como es el caso del flujo de aire, en donde el MINEDUC menciona que los espacios en donde se desarrollen las actividades educativas deben contar con ventilación, mientras que el mejor estándar propuesto, nos habla de que aparte de asegurar una ventilación adecuada, se debe aumentar el flujo de aire.

**Fase 2.- Resultados del análisis del cumplimiento de las medidas de bioseguridad en la institución educativa Villa Nueva de Portoviejo bajo tres escenarios de distanciamiento interpersonal. realizados mediante el programa Open BIM COVID-19.**

**Simulación 1. Distanciamiento interpersonal de un metro.**

Debido al número de estudiantes por aula, y el tamaño de las misma, se identificó que los aforos de las áreas de estadía como son los salones de clases no infringen el distanciamiento de un metro entre persona y persona, sin embargo, mediante la aplicación del cálculo del cumplimiento de las medidas de bioseguridad del programa Open BIM COVID-19, se detectó una zona crítica. Esta zona fue identificada en la tercera planta alta en el salón 306, el cual tiene estipulado por el plantel educativo un aforo para 16 estudiantes y un docente, por lo que se procedió a realizar una redistribución de personas y así se calculó el total del aforo máximo bajo un distanciamiento de un metro con respecto a la simulación 1.

**Figura 1**

**Open BIM COVID-19. Resultados Simulación 1: Visualización del cumplimiento de distanciamiento interpersonal de 1m en las cuatro plantas de la institución educativa.**

En color verde se muestran los flujos de ruta, en color celeste a las personas que cumplen el distanciamiento programado dentro de los salones de clase, de color rojo los incumplimientos de distanciamiento, de color gris las separaciones de mampostería de los salones de clase y de color azul y café el mobiliario.

Planta baja

Planta 1

Planta 2

Planta 3



En esta segunda fase de investigación, al obtener los resultados de la primera simulación bajo un distanciamiento interpersonal programado de un metro, se comprobó que en la institución educativa “Villa Nueva de Portoviejo” si es posible mantener clases presenciales, respetando el distanciamiento mencionado, con el aforo que tienen programado dentro de las zonas de estadía o salones de clases, sin embargo, se detectó que uno de sus salones no se podía cumplir con el aforo por las dimensiones del salón, así que se debe reducir la cantidad de personas que reciben clases presenciales en ese salón o habilitar otra área para esos estudiantes.

### ***Simulación 2. Distanciamiento interpersonal de 1.5 metros***

Detección de Errores:

De los tres tipos de zonas identificadas (estadía, transito e interacción), para la primera que respecta a las áreas de estadía como las aulas de clases, se identificó mediante el cálculo brindado por el software Open BIM COVID-19, que los salones de clases de la institución

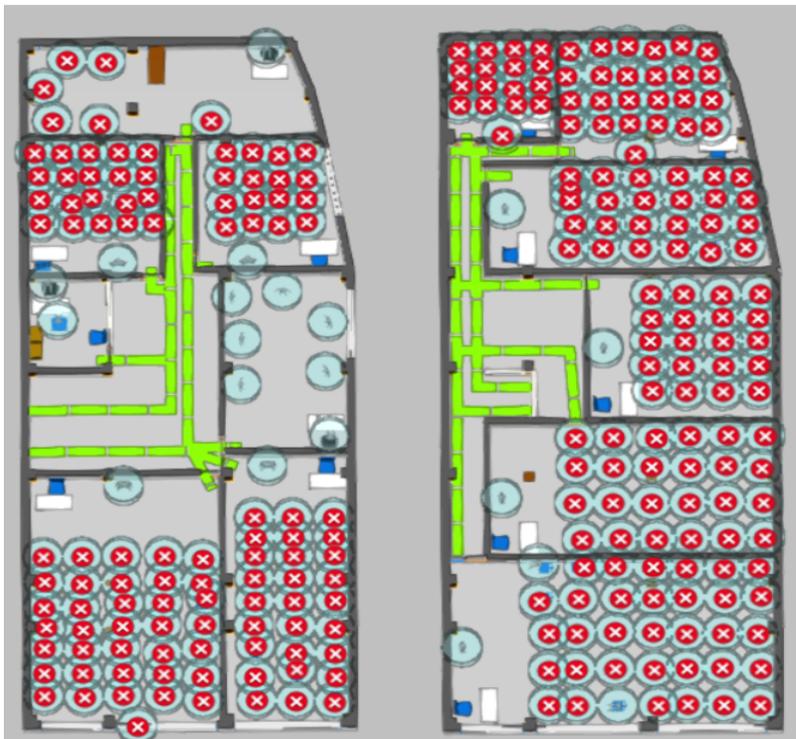
Villa Nueva de Portoviejo no tienen un espacio suficiente para albergar a los estudiantes con su aforo normal establecido, debido a que no fue posible separar a 1.5 metros de distancia a cada estudiante dentro de los distintos salones de clase como se observa en la simulación realizada.

**Figura 2**

**Open BIM COVID-19. Resultados Simulación 2: Errores de Distanciamiento Interpersonal en las Aulas de Clases ubicadas en las plantas 2 y 3 (el uso de las plantas bajas y 1 son de uso administrativo y de servicios). En color verde se muestran los flujos de ruta, en color celeste a las personas que cumplen el distanciamiento programado dentro de los salones de clase, de color rojo los incumplimientos de distanciamiento, de color gris las separaciones de mampostería de los salones de clase y de color azul y café el mobiliario.**

Planta 2

Planta 3



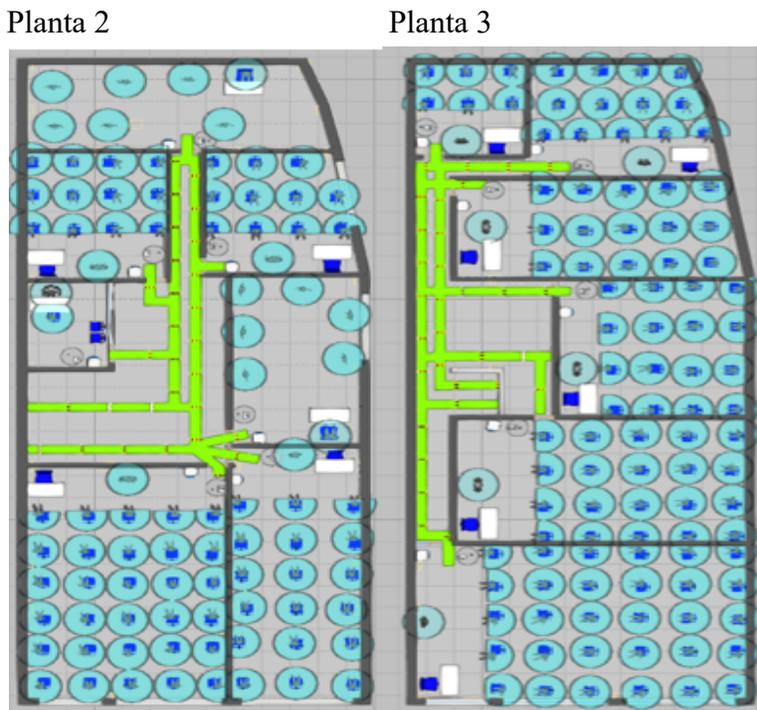
Fuente: Software Open BIM COVID-19/ Elaboración Propia del Investigador.

Corrección de errores:

Por lo tanto, se realizó una segunda reorganización de los elementos cartográficos (personas y mobiliario), con la finalidad de ubicarlos en una posición en donde estos cumplan con el distanciamiento de 1.5 metros entre persona y persona, para lo cual se volvió a trabajar con la configuración del mobiliario en el programa Open BIM Office Furniture y posterior a esto

importar este nuevo fichero al software Open BIM COVID-19 para así culminar la simulación colocando a las personas en sus nuevas posiciones, también se incorporaron separadores en la primera fila de cada salón de clases para precautelar la seguridad de los estudiantes bajo el mismo principio mencionado de la simulación 1. Por último, se volvió a realizar el cálculo del cumplimiento de las medidas sanitarias.

**Figura 3**  
**Open BIM COVID-19. Resultados Simulación 2: Corrección de Errores de Distanciamiento en las aulas de clases mediante la reducción de aforos. En color verde se muestran los flujos de ruta, en color celeste a las personas que cumplen el distanciamiento programado dentro de los salones de clase, de color rojo los incumplimientos de distanciamiento, de color gris las separaciones de mampostería de los salones de clase y de color azul y café el mobiliario.**



Fuente: Software Open BIM COVID-19/ Elaboración Propia del Investigador.

Comparación de resultados:

**Tabla 4**

*Porcentajes de reducción de aforos bajo un distanciamiento interpersonal de 1.5m*

Aula	Aforo máximo (normalidad)	1.5 metros de distanciamiento interpersonal	% de reducción
201	35	30	14.29
202	27	18	33.33
203	16	11	31.25
204	20	12	40.00
301	35	30	14.29
302	24	20	16.67
303	25	16	36.00
304	24	15	37.50
305	24	13	45.83
306	16	6	62.50
Total	246	171	30.51

**Nota.** La tabla muestra la cantidad de personas por aula establecido por la institución educativa, frente a la cantidad máxima de personas con un distanciamiento interpersonal de 1.5m y su respectivo porcentaje de reducción de aforos.

En esta segunda simulación con distanciamiento interpersonal programado de 1.5m se comprobó que, en las zonas de estadía, ya no sería posible mantener clases presenciales con el aforo normal programado por el centro de enseñanza, debido a que no se cumpliría el distanciamiento de 1.5m entre personas. Para cumplir con la separación de 1.5m dentro de los salones de clases, se deberán reducir los aforos de los mismos como se muestra en la tabla 14. Para las zonas de tránsito e interacción se debe mantener la implementación de los flujos de ruta y los separadores o mamparas en los puestos de trabajo del personal administrativo.

### ***Simulación 3. Distanciamiento interpersonal de dos metros.***

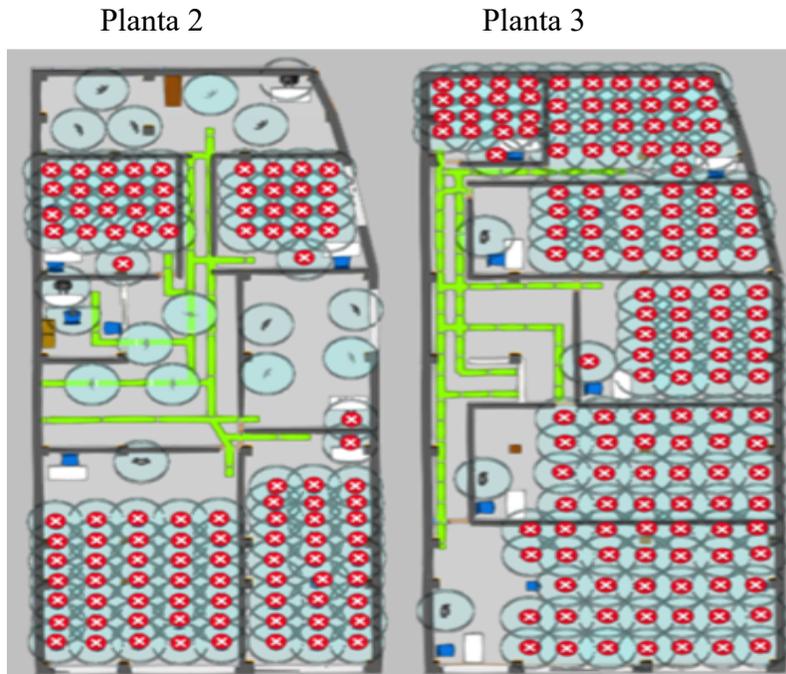
Detección de errores:

Los resultados que se presentaron en esta tercera simulación con respecto a las zonas de estadía fueron similares a la simulación dos, identificando que no es posible cumplir con un aforo completo dentro de los salones de clases manteniendo el distanciamiento interpersonal de 2 m como lo estipula la simulación 3.

#### **Figura 4**

**Open BIM COVID-19. Resultados Simulación 3: Errores de Distanciamiento Interpersonal en las Aulas de Clases. En color verde se muestran los flujos de ruta, en color celeste a las personas que cumplen el distanciamiento programado dentro de los salones de clase, de color rojo los incumplimientos de distanciamiento, de color gris las**

**separaciones de mampostería de los salones de clase y de color azul y café el mobiliario.**



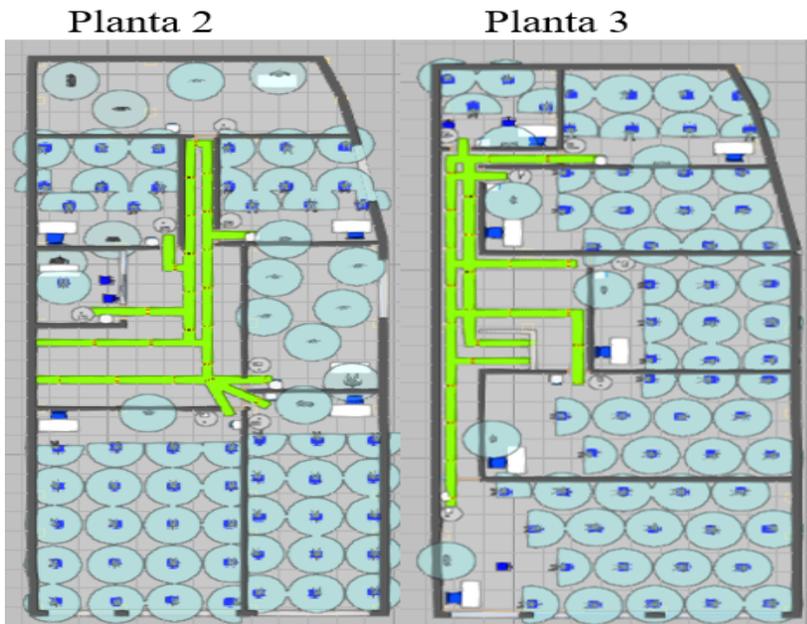
*Fuente: Software Open BIM COVID-19/ Elaboración Propia del Investigador.*

Corrección de errores:

Para solucionar el error en la simulación 3 con respecto al incumplimiento del distanciamiento interpersonal dentro de los salones de clases, se volvió a realizar una redistribución del mobiliario y elementos cartográficos (personas), ubicándolos a 2 metros de distancia entre personas (radio de 1 m). En esta simulación se volvieron a utilizar separadores dentro de las primeras filas de cada salón de clases. De esta forma quedó solucionado el problema del distanciamiento dentro de las zonas de estadía. Figura 70. Sin embargo, el aforo de las aulas de clases se redujo en un 52.8% equivalentes a 130 estudiantes. Tabla 13.

**Figura 5**

**Open BIM COVID-19. Resultados Simulación 3: Corrección de Errores de Distanciamiento en las aulas de clases mediante la reducción de aforos. En color verde se muestran los flujos de ruta, en color celeste a las personas que cumplen el distanciamiento programado dentro de los salones de clase, de color rojo los incumplimientos de distanciamiento, de color gris las separaciones de mampostería de los salones de clase y de color azul y café el mobiliario.**



Fuente: Software Open BIM COVID-19/ Elaboración Propia del Investigador.

Comparación de resultados:

**Tabla 5**

*Porcentajes de reducción de aforos bajo un distanciamiento interpersonal de 2m*

<i>Aula</i>	<i>Aforo máximo (normalidad)</i>	<i>2 metros distanciamiento interpersonal</i>	<i>de % de reducción</i>
201	35	20	42.86
202	27	15	44.44
203	16	9	43.75
204	20	8	60.00
301	35	20	42.86
302	24	11	54.17
303	25	9	64.00
304	24	12	50.00
305	24	8	66.67
306	16	4	75.00
<i>Total</i>	<i>246</i>	<i>116</i>	<i>52.84</i>

*Nota.* La tabla muestra la cantidad de personas por aula establecido por la institución educativa, frente a la cantidad máxima de personas con un distanciamiento interpersonal de 2m y su respectivo porcentaje de reducción de aforos.

Análisis comparativo de las tres simulaciones:

Después del diseño y el cálculo de las tres simulaciones, se realizó un análisis comparativo entre el aforo máximo disponible del edificio antes de la pandemia y los aforos máximos permitidos según las simulaciones de distanciamiento interpersonal de 1m, 1.5m y 2m.

**Tabla 6**

*Porcentajes de asistencia de personas permitidas para el cumplimiento del distanciamiento interpersonal bajo escenarios de distanciamientos de 1m, 1.5m y 2m.*

	Aforo máximo (normalidad)	Simulación 1 Distanciamiento (1 m)	Simulación 2 Distanciamiento (1.5 m)	Simulación 3 Distanciamiento (2 m)
Ocupación total del edificio (número de personas)	340	336	265	210
Porcentaje de asistencia	100%	98.8%	77.9%	61.8%

**Nota.** La tabla muestra la capacidad máxima de personas en la institución educativa, en base a los distintos distanciamientos interpersonales programados.

**Tabla 7**

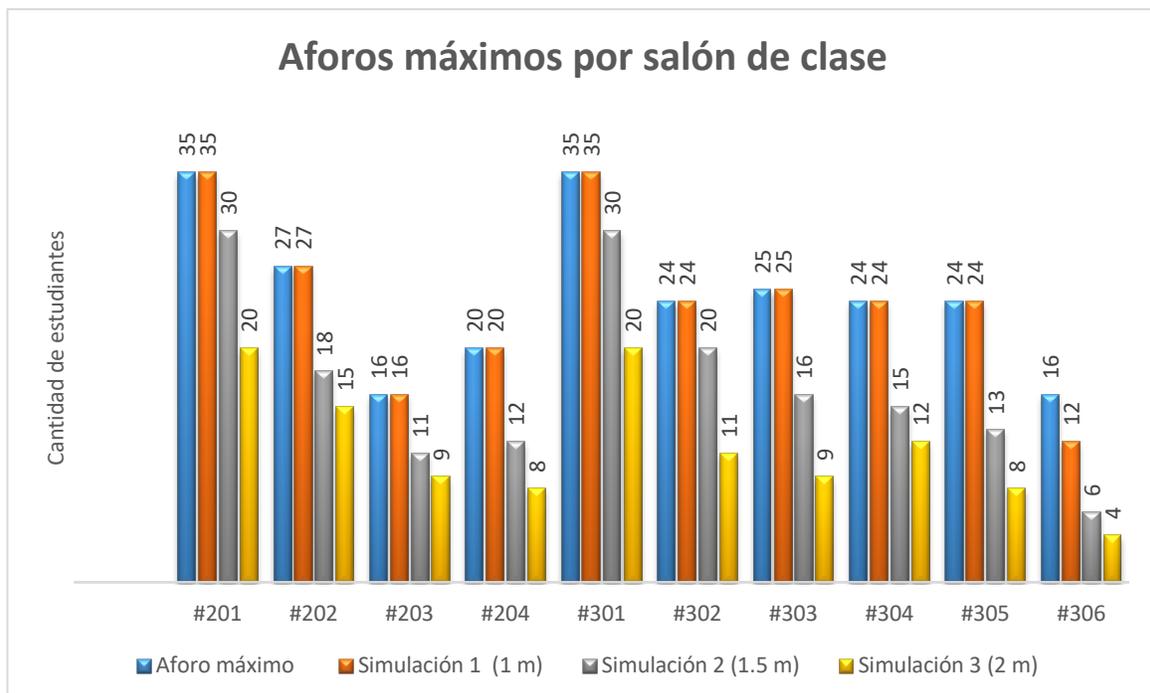
*Aforos de los salones de clases en las tres simulaciones.*

Aula	Aforo máximo (normalidad)	Simulación 1 Distanciamiento (1 m)	Simulación 2 Distanciamiento (1.5 m)	Simulación 3 Distanciamiento (2 m)
201	35	35	30	20
202	27	27	18	15
203	16	16	11	9
204	20	20	12	8
301	35	35	30	20
302	24	24	20	11
303	25	25	16	9
304	24	24	15	12
305	24	24	13	8
306	16	12	6	4
Total	246	242	171	116

**Nota.** La tabla muestra la capacidad máxima de personas por aulas de clase, en base a los distintos distanciamientos interpersonales programados.

**Figura 6**

Reducción de los aforos de cada salón de clases (#201, #202, #203, #204, #205, #204, #301, #302, #303, #304, #305, #306) según el aforo máximo y las simulaciones para 1m, 1,5 y 2m de distanciamiento.



*Fuente: Software Open BIM COVID-19/ Elaboración Propia del Investigador.*

El gráfico muestra la reducción de los aforos de cada salón de clases según el escenario de distanciamiento que planteen tomar las autoridades de control como el Ministerio de Salud Pública o el Ministerio de Educación. Para lo cual se ha determinado el aforo máximo de cada salón de clases en base a distintas medidas de separación interpersonal, que servirán a la institución educativa como guía para la toma de decisiones frente al cumplimiento de disposiciones sanitarias.

**Tabla 8**

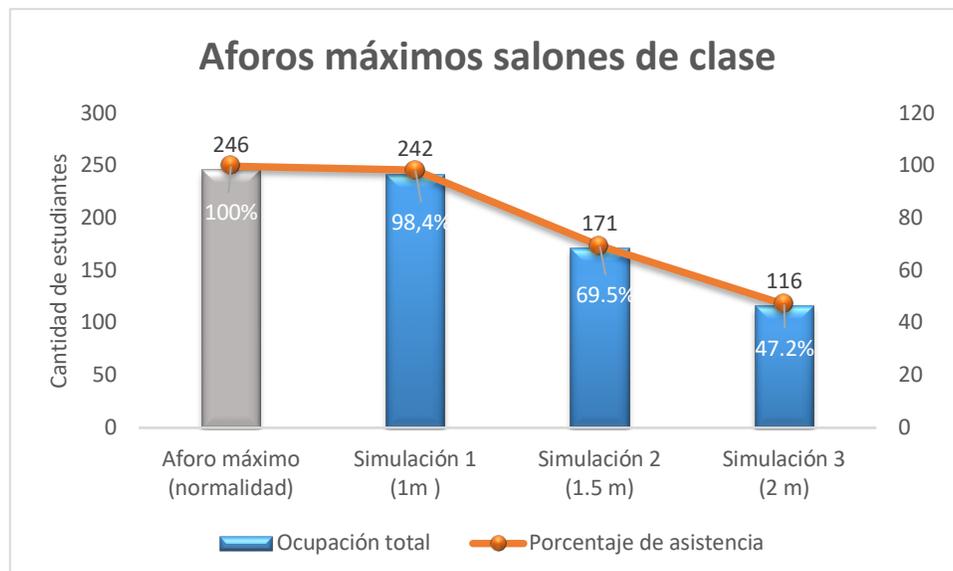
*Aforo total de todas las aulas de clase en las tres simulaciones.*

	Aforo máximo (normalidad)	Simulación 1 Distanciamiento (1 m)	Simulación 2 Distanciamiento (1.5 m)	Simulación 3 Distanciamiento (2 m)
Cantidad de estudiantes	246	242	171	116
Porcentaje de asistencia	100 %	98.4%	69.5%	47.2%

*Nota.* La tabla muestra los porcentajes de la ocupación del aforo en base a los tres escenarios de distanciamiento interpersonal programados.

**Figura 7**

Aforos máximos de salones de clase



*Fuente: Software Open BIM COVID-19/ Elaboración Propia del Investigador.*

Lo que respecta a los porcentajes obtenidos de aforos máximos de estudiantes, se puede observar una relación inversamente proporcional entre la disminución del número de estudiantes en las aulas de clases y el aumento del distanciamiento interpersonal, lo que quiere decir que, a mayor distanciamiento interpersonal requerido como medida de bioseguridad, se va a reducir la cantidad de personas que puedan estar recibiendo clases presenciales, para lo cual bajo un distanciamiento de 1m el porcentaje del aforo de la institución educativa se reduce al 98.4%, bajo un distanciamiento de 1.5m se reduce a 69.5%, y con un distanciamiento de 2m, el aforo se reduce al 47.2%.

Los datos obtenidos en el gráfico, traen consigo una información relevante, ya que acorde a los resultados obtenidos, la institución educativa puede determinar el grado de prespecialidad (total, parcial o completamente virtual) en relación de las matrículas y el número de estudiantes por año académico y sobre todo en función de la medida de los distanciamientos interpersonales que se establezcan por parte de las autoridades a cargo.

**Fase 3. Propuesta de medidas de bioseguridad frente a enfermedades con características similares al Covid-19 en la Unidad Educativa Villa Nueva de Portoviejo y su réplica en los centros educativos de la ciudad de Portoviejo, a partir del análisis de las medidas de bioseguridad propuestas por los organismos especializados y las modelaciones generadas mediante la herramienta sanitaria Open BIM COVID-19.**

*Medidas generales de bioseguridad por variables según el mejor estándar propuesto por los organismos especializados (OMS, UNICEF, CDC)*

**Tabla 9**

*Variables de bioseguridad con el mejor estándar propuesto.*

<b>Variable</b>	<b>Descripción de la medida</b>
Distanciamiento interpersonal	El distanciamiento entre personas debe ser mayor o igual a 2m. El distanciamiento interpersonal puede variar en función de las medidas adoptadas por el ente rector.
Señaléticas	Las señaléticas mínimas que se deben incorporar dentro de los establecimientos educativos son las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso obligatorio de mascarilla</li> <li>• Distancia entre personas</li> <li>• Síntomas comunes</li> <li>• Consejos sobre lavado de manos</li> <li>• Paso de control de temperatura</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aforo máximo</li> </ul>
Flujo de rutas	<p>Los flujos de ruta deben contener la misma medida de separación de cola que el distanciamiento interpersonal.</p> <p>Se recomienda dejar establecido una separación de cola de 2m de forma estándar.</p>
Uso de mascarilla	<p>Durante la duración de la pandemia y hasta que las autoridades sanitarias lo dispongan, se debe permanecer con la mascarilla en todo momento dentro de los centros educativo.</p>
Lavado de manos	<p>El lavado o desinfección de manos debe ser frecuente.</p> <p><b>Recomienda el uso de gel para manos</b></p> <p>frotando la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la mano izquierda, haciendo un movimiento de rotación y realizar la desinfección de manos por al menos 20 a 30 segundos.</p> <p><b>Recomendaciones para el lavado de manos.</b></p> <p>Paso1: mojarse las manos</p> <p>Paso 2: aplicar una cantidad suficiente de jabón sobre las manos mojadas.</p> <p>Paso 3: frotar toda la superficie de las manos, incluyendo el dorso, el espacio entre los dedos y debajo de las uñas, durante un mínimo de 40-60 segundos mojadas.</p> <p>Paso 4: eliminar muy bien el jabón con el agua.</p> <p>Paso 5: secarse las manos con toallas desechables</p>
Espacios ventilados	<p>Asegurar una ventilación adecuada y aumentar el flujo del aire en todos los espacios que sea posible o el uso de ventiladoras si es que se tienen.</p>
Temperatura corporal	<p>Se recomienda valorar la temperatura corporal de los actores educativos que ingresan a la institución educativa, considerar como alerta una temperatura igual o mayor a 37,5 grados centígrados. Impedir la entrada si el estudiante, personal o visitante tenga 37,5°C o más.</p>

**Nota.** La tabla muestra las diferentes variables consideradas en este estudio y la descripción del mejor estándar propuesto por los organismos especializados, para ser aplicados en los centros educativo de la ciudad de Portoviejo.

## Conclusiones

- Bajo la aparición de nuevas enfermedades respiratorias, rebrotes o variantes del COVID-19, los organismos especializados y las autoridades encargadas definen las medidas de bioseguridad, sin embargo, este trabajo de investigación pretende fortalecer la bioseguridad frente a enfermedades como el COVID-19 y la aplicación de las mismas en el resto de las instituciones educativas de la ciudad de Portoviejo y del País.
- Una de las variables de bioseguridad que se debe mejorar por parte del MINEDUC es el aumento de los flujos de aire (ventilación natural o forzada) dentro de los salones de clases de cada institución educativa del país, si bien, esto requiere de una inversión por parte del Estado Ecuatoriano, por lo que esto debería ser contemplado dentro de los próximos proyectos de construcción de instituciones educativas o remodelaciones de los mismos, con la finalidad de tomar medidas preventivas frente a la aparición de nuevas pandemias que requieran de distanciamiento físico y un buen flujo de aire, dentro de los salones de clases.
- En el proceso de la determinación del cumplimiento del distanciamiento interpersonal en los salones de clases de la Unidad Educativa Villa Nueva de Portoviejo, se determinó que, bajo un distanciamiento entre personas de un metro, no se ve afectados los aforos en los salones de clases, sin embargo, es importante mantener el uso de las mascarillas y el resto de medidas de bioseguridad dentro del plantel educativo.
- Dentro del proceso de análisis, también se comprobó que la reducción de los aforos dentro de los salones de clases es inevitable en el caso del aumento del espacio de distanciamiento interpersonal, sobre todo en el de dos metros. Por lo cual se debería respetar los nuevos aforos determinados por medio de la herramienta sanitaria Open BIM COVID-19, para distanciamientos interpersonales de un metro, metro y medio y dos metros, como se establecieron para la Unidad Educativa Villa Nueva de Portoviejo.
- La incorporación de programas de modelación tridimensional (BIM), para el diseño y visualización de espacios tridimensionales permitieron analizar desde una perspectiva diferente a la real, los distintos espacios de interacción social dentro de una institución educativa en este caso, permitiendo así tener una visión generalizada

de toda la red de procesos que pueden suceder en ella desde el momento de la entrada hasta la finalización de la jornada académica.

## Referencias bibliográficas

Brown. (2022). Ministerio de Educación emite nuevos lineamientos para el retorno a clases y vacunación contra la Covid-19. Obtenido de Ministerio de Educación: <https://educacion.gob.ec/ministerio-de-educacion-emite-nuevos-lineamientos-para-el-retorno-a-clases-y-vacunacion-contra-la-covid-19/>

CEA. (2020). *Evitemos que la pandemia global amenace nuestras escuelas*

Cervantes Holguín, E., & Guitiérrez Sandoval, P. R. (2020). *Resistir la Covid-19. Intersecciones en la Educación de Ciudad Juárez, México*. 9, 7-23.

Chu, Akl, & Duda. (1 de Julio de 2020). Distanciamiento físico, máscaras faciales y protección ocular para evitar la transmisión de persona a persona del SARS-CoV-2 y COVID-19: una revisión sistemática y metanálisis. Obtenido de Acceso Covid: <https://www.accesocovid.com/blogs/distanciamiento-fisico-mascaras-faciales-y-proteccion-ocular-para-evitar-la-transmision-de-persona-a-persona-del-sars-cov-2-y-covid-19-una-revision-sistemica-y-metanalisis>

Consejería de Hacienda y Administración Pública. (Agosto de 2020). *Informe tecnico las señalizacion en el suelo y colocación de señales COVID-19*. Obtenido de Junta de Extremadura: [http://ssprl.juntaex.es/ssprl/c/document\\_library/get\\_file?uuid=b6a3d129-a6c5-4238-8791-7a0634a80c1b&groupId=10156](http://ssprl.juntaex.es/ssprl/c/document_library/get_file?uuid=b6a3d129-a6c5-4238-8791-7a0634a80c1b&groupId=10156)

Creamer, M. (Abril de 2020). *ACUERDO Nro. MINEDUC-MINEDUC-2020-00013-A*. Obtenido de Ministerio de Educación: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/04/MINEDUC-MINEDUC-2020-00013-A.pdf>

Cype. (19 de Junio de 2020). *Así está ayudando CYPE a empleados, clientes y sociedad en la crisis del coronavirus*. Obtenido de <https://info.cype.com/es/noticias/asi-esta-ayudando-cype-a-empleados-clientes-y-sociedad-en-la-crisis-del-coronavirus/>

Cype. (2020). *Manual de uso Guía de uso de la herramienta Open BIM COVID-19 para la aplicación de medidas de protección frente al contagio del virus COVID-19*. Obtenido de [http://www.cype.net/manuales/open\\_bim\\_covid\\_19/open\\_bim\\_covid-19\\_sp.pdf](http://www.cype.net/manuales/open_bim_covid_19/open_bim_covid-19_sp.pdf)



- Faridi. (2020). Una medición de aire interior en el campo del SARS-CoV-2 en las habitaciones de pacientes del hospital más grande de Irán Sci Total Environ. Science of The Total Environment, 725(10), 1-6. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720319148?via%3Dihub>
- Doctorado, P. D. E., Psicodid, E. N., Psicolog, C., Ense, D. E. L. A., & Espec, C. (2019). *Psicología de la enseñanza y didácticas específicas*. 2019.
- Brown. (2022). *Ministerio de Educación emite nuevos lineamientos para el retorno a clases y vacunación contra la Covid-19*. Obtenido de Ministerio de Educación: <https://educacion.gob.ec/ministerio-de-educacion-emite-nuevos-lineamientos-para-el-retorno-a-clases-y-vacunacion-contr-la-covid-19/>
- Eurosurveillance Editorial Team. (2020). *Las escaleras, pasillos y otras zonas comunes. Etiqueta social: Bulletin Europeen Sur Les Maladies Transmissibles = European Communicable Disease Bulletin*, 25(3), 2019–2020. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.3.2001231>
- Easton. (2021). *Las escaleras, pasillos y otras zonas comunes. Etiqueta social*. Obtenido de Protocolo: <https://www.protocolo.org/social/en-publico/las-escaleras-pasillos-y-otras-zonas-comunes-etiqueta-social.html>.
- Goyena, R., & Fallis, A. (2019). Evidencia del impacto sobre la evolución de la epidemia de algunas medidas de control. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Guo. (2020). Distribución en aerosol y en superficie del SARS-CoV-2 en salas hospitalarias. Obtenido de Intramed: [https://www.intramed.net/contenidover\\_jj.asp?contenidoid=95963](https://www.intramed.net/contenidover_jj.asp?contenidoid=95963)
- INEN. (1984). *Colores, señales y símbolos de seguridad*. Obtenido de Servicio Nacional de Normalización. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34034/1/Mena%20S%C3%A1nchez%20Sandra%20Maritza%20%28sello%29.pdf>
- Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., Zhang, L., Fan, G., Xu, J., Gu, X., Cheng, Z., Yu, T., Xia, J., Wei, Y., Wu, W., Xie, X., Yin, W., Li, H., Liu, M., ... Cao, B. (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet*, 395(10223), 497–506. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)

Kawulich, B. B. (2005). FORUM: QUALITATIVE SOCIAL RESEARCH La observación participante como método de recolección de datos 1. *Fqs*, 6(2), 32. <http://www.qualitative-research.net/fqs/>

Martínez, C. P. (2009). Etnografía y métodos etnográficos. *Análisis*, 74, 33. <https://doi.org/10.15332/s0120-8454.2009.0074.03>

Martínez J, Torres M, O. R. (2020). Características, medidas de política pública y riesgos de la pandemia del Covid-19. *Senado de La Republica de Mexico.*, 1-23.

Sandra Mena. (2021). *Valores de la temperatura en pacientes pediátricos y adultos mayores. un enfoque de revisión*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato :<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34034/1/Mena%20S%C3%A1nchez%20Sandra%20Maritza%20%28sello%29.pdf>

Ministerio de Defensa. (Marzo de 2020). *Decreto presidencial No 1017 17*. Obtenido de Defensa: [https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/03/Decreto\\_presidencial\\_No\\_1017\\_17-Marzo-2020.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/03/Decreto_presidencial_No_1017_17-Marzo-2020.pdf)

Ministerio de Educación. (Agosto de 2021). *Instructivo para la elaboración y actualización del plan de continuidad educativa, permanencia escolar y uso progresivo de las instalaciones educativas (PICE) para instituciones educativas en modalidad presencial y semipresencial*. Obtenido de Gestion de riesgos: [https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2021/08/Lineamientos-actualizacio%CC%81n-y-elaboracio%CC%81n-PICE\\_FIRMADO.pdf](https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2021/08/Lineamientos-actualizacio%CC%81n-y-elaboracio%CC%81n-PICE_FIRMADO.pdf)

Ministerio de Educación. (07 de Enero de 2022). Ministerio de Educación emite nuevos lineamientos para el retorno a clases y vacunación contra la Covid-19. Obtenido de <https://educacion.gob.ec/ministerio-de-educacion-emite-nuevos-lineamientos-para-el-retorno-a-clases-y-vacunacion-contra-la-covid-19/>

Ministerio de Salud Pública. (16 de Enero de 2022). *Ecuador activa semáforo de protección COVID-19*. Obtenido de Salud: <https://www.salud.gob.ec/ecuador-activa-semaforo-de-proteccion-covid-19/>

Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. (20 de Julio de 2020). *¿Cuál es el sitio correcto para medir la temperatura corporal con el termómetro infrarrojo?* Obtenido de MSPBS: <https://www.mspbs.gov.py/portal/21329/iquestcual-es-el-sitio-correcto-para-medir-la-temperatura-corporal-con-el-termometro-infrarrojo.html>



- Organización Mundial de la Salud. (2020). Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public. Obtenido de WHO: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public?fbclid=IwAR0QYtSdzCK3qGwlJICHHmfV-WyrtIiYxFoQ-5LI67VWGPVwcFaP35JCJw>
- PAHO. (2020). Cobertura síndrome respiratorio por el coronavirus del Medio Oriente (MERS—CoV. Obtenido de Organización Panamericana de la Salud: <https://www.paho.org/es/tag/cobertura-sindrome-respiratorio-por-coronavirus-medio-oriente-mers-cov>
- Peña-López, B. O., & Rincón-Orozco, B. (2020). Generalidades de la Pandemia por COVID-19 y su asociación genética con el virus del SARS. *Revista de La Universidad Industrial de Santander. Salud*, 52(2), 83–86. <https://doi.org/10.18273/revsal.v52n2-2020001>
- Pérez-Liñán, A. (2010). El método comparativo y el análisis de configuraciones causales. *Revista Latinoamericana de Política Comparada*, 3(3), 125–148.
- Rosa, A., & Mondragón, H. (2020). *Alma Rosa Hernández Mondragón*. 3(1), 37–41. Tufi, A. (2020). *Teleeducación y COVID-19*. 9.
- Ruiz, A., & Jiménez, M. (2020). SARS-CoV-2 y pandemia de síndrome respiratorio agudo (COVID-19). *Ars Pharmaceutica*, 61(2), 63-79.
- Santarpia, Rivera, & Herrera. (26 de Marzo de 2020). Potencial de transmisión de SARS-CoV-2 en eliminación viral observado en el Centro médico de la Universidad de Nebraska. Obtenido de Acceso Covid: <https://www.accesocovid.com/blogs/potencial-de-transmision-de-sars-cov-2-en-eliminacion-viral-observado-en-el-centro-medico-de-la-universidad-de-nebraska>
- Tesini, B. (2021). Coronavirus y síndromes respiratorios agudos (MERS [síndrome respiratorio de Oriente Medio] y SARS). Obtenido de MSD Manuals: <https://www.msdmanuals.com/es-ec/professional/enfermedades-infecciosas/virus-respiratorios/coronavirus-y-s%C3%ADndromes-respiratorios-agudos-covid-19-mers-y-sar>
- (CYPE Ingenieros S.A. (13 de julio de 2020). Así está ayudando CYPE a empleados, clientes y sociedad en la crisis del coronavirus. Consultada el 13 de febrero de 2021. (Cype, 2020)

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

**Financiamiento:**

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

**Agradecimiento:**

N/A

**Nota:**

El artículo no es producto de una publicación anterior, tesis, proyecto, etc.