

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

*Trabajo de titulación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniero Ambiental*

**TRABAJO EXPERIMENTAL:**

**“EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES DE MONÓXIDO DE  
CARBONO POR EL USO DE CHIMENEAS DOMMOT EN LA  
CIUDAD DE CUENCA”**

**AUTOR:**

ESTEBAN ALEJANDRO RIVAS HIDALGO

**TUTORA:**

ING. ESTEFANÍA CARIDAD AVILÉS SACOTO, Ph.D.

CUENCA - ECUADOR

2022

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Esteban Alejandro Rivas Hidalgo con documento de identificación N° 0302916267, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO POR EL USO DE CHIMENEAS DOMMOT EN LA CIUDAD DE CUENCA”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Ambiental*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En la aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, febrero del 2022.



Esteban Alejandro Rivas Hidalgo

C.I. 0302916267

## CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO POR EL USO DE CHIMENEAS DOMMOT EN LA CIUDAD DE CUENCA**, realizado por Esteban Alejandro Rivas Hidalgo, obteniendo el *Trabajo Experimental*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, febrero del 2022.



Ing. Estefanía Caridad Avilés Sacoto, Ph. D.

C.I. 0104551395

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Esteban Alejandro Rivas Hidalgo con documento de identificación N° 0302916267, autor del trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO POR EL USO DE CHIMENEAS DOMMOT EN LA CIUDAD DE CUENCA**, certifico que el total contenido del *Trabajo Experimental*, es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, febrero del 2022.



Esteban Alejandro Rivas Hidalgo

C.I. 0302916267

## **AGRADECIMIENTO**

En estas líneas quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que estuvieron conmigo tanto en los momentos tristes como alegres. A mis padres que son mi motor y mi mayor inspiración les agradezco por todo el apoyo, la comprensión y la paciencia que me han brindado.

A mi núcleo familiar por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento. Quiero agradecerles demás por ser mi fortaleza y motivación. Por todo eso y más quiero asegurarles que seré la fuerza para que puedan seguir avanzando en su camino.

A mi Tutora de tesis quien con su experiencia, conocimiento y profesionalismo me oriento en esta investigación.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a:

A mis padres, quienes con su amor y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más. A toda mi familia que con sus consejos y palabras de aliento fueron mi compañía en este camino a ser un profesional.

A mis hijos y a mi esposa que son las personas que iluminan mi vida, que con su amor y respaldo me ayudan a ser una mejor persona, a nunca rendirme y alcanzar todas mis metas.

## RESUMEN

El monóxido de carbono, es un agente natural que se encuentra en el medio ambiente, el cual puede ser altamente nocivo para la salud del individuo al encontrarse en altas concentraciones. En este sentido, el presente trabajo de investigación busca evaluar las emisiones de monóxido de carbono con el uso de chimeneas Dommot en distintos hogares de la ciudad de Cuenca.

Se realizó una investigación con un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo con una cohorte transversal, en donde se realizaron mediciones en 20 chimeneas ubicadas en distintas partes de la ciudad de *Cuenca*. De las mediciones realizadas se determinó un incremento de monóxido de carbono entre el primer y el segundo muestreo de 0,194 mg/m<sup>3</sup>, un incremento entre el segundo y tercer muestreo de 0,026 mg/m<sup>3</sup>, un incremento entre el tercer y cuarto muestreo de 0,274 mg/m<sup>3</sup>, y finalmente una disminución entre el cuarto y quinto muestreo de 0,039 mg/m<sup>3</sup>. Cabe destacar que entre el primer y segundo monitoreo existió un tiempo de 2 horas, de forma análoga entre el segundo y tercer monitoreo un tiempo de un día, entre el tercer y cuarto monitoreo un tiempo de 5 horas, a la vez entre el cuarto y quinto monitoreo un tiempo de 6 días.

Finalmente se puede concluir que las chimeneas Dommot no generan altas concentraciones de CO por lo que son seguras para la salud humana.

**Palabras clave:** Chimeneas, Monóxido de Carbono, Carboxihemoglobina, Contaminación, Aire.

## ABSTRACT

Carbon monoxide is a natural agent found in the environment, which can be highly harmful to the health of the person if it is found in high concentrations. In this sense, the present research aims to evaluate carbon monoxide emissions with the use of Dommot chimneys in different homes in the city of Cuenca.

An investigation was carried out with a descriptive quantitative approach with a cross-sectional cohort, where measurements were made at 20 chimneys located in different locations of the city of *Cuenca*. From the measurements carried out, it was observed an increase in carbon monoxide between the first and second sampling of 0.194 mg/m<sup>3</sup>, an increase between the second and third sampling of 0.026 mg/m<sup>3</sup>, an increase between the third and fourth sampling of 0.274 mg/m<sup>3</sup>, and finally a decrease between the fourth and fifth sampling of 0.039 mg/m<sup>3</sup>. It should be noted that between the second monitoring was done 2 hours from the first, similarly between the second and third, between third and fourth and between fourth and fifth monitoring the time elapsed was one day, 5 hours, 6 days, respectively.

Finally, it can be concluded that Dommot chimneys do not generate high concentrations of CO and are therefore safe for human health.

**Keywords:** Stacks, Carbon Monoxide, Carboxyhemoglobin, Pollution, Air.



# ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR .....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD .....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
CAPÍTULO I .....	1
1.1 Problemática .....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Descripción de la empresa Dommot.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general .....	4
1.4.2 Objetivos específicos .....	4
CAPÍTULO II.....	5
2 MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 ANTECEDENTES .....	5
2.2 EL MONOXIDO DE CARBONO .....	8
2.3 CALIDAD DEL AIRE .....	12
2.3.1 Calidad del aire en Cuenca .....	14
2.4 CALIDAD DEL AIRE EN EL INTERIOR .....	16
2.4.1 Mecanismos para medir la calidad del aire interior.....	17
2.4.2 Mecanismos para mejorar la calidad del aire .....	17
2.5 LA COMBUSTIÓN .....	18
2.6 CHIMENEAS .....	18
2.6.1 Chimenea de leña.....	19
2.6.1.1 Características.....	19
2.6.1.2 Beneficios del producto .....	19
2.6.2 Chimenea a gas .....	20
2.6.2.1 Características.....	20
2.6.2.2 Beneficios del producto .....	20
2.6.3 Chimenea a bioetanol .....	21

2.6.3.1	Características.....	21
2.6.3.2	Beneficios del producto .....	21
2.6.4	Chimenea eléctrica .....	22
2.6.4.1	Características.....	22
2.6.4.2	Beneficios del producto .....	22
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>23</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>23</b>
3.1	Identificación de las Zonas de Muestreo .....	23
3.2	Muestreos para el monitoreo del aire .....	25
3.3	Medición del monóxido de carbono previa y posterior a la instalación de chimenea	26
3.3.1	Medición de monóxido de carbono previa instalación de chimeneas .....	26
3.3.2	Medición de monóxido de carbono posterior a la instalación de chimeneas	26
3.4	Comparación de la toma de datos del monóxido de carbono antes y después de la instalación de las chimeneas .....	27
3.5	Plantear medidas de seguridad para evitar riesgos de monóxido de carbono en la salud	27
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>28</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
4.1	Georreferenciación de los puntos del muestreo.....	28
4.2	Toma de muestras .....	29
4.3	Comparación entre el primer y segundo muestreo .....	33
4.3.1	Mapas generados por el primer y segundo muestreo .....	34
4.3.2	Comparación entre los Mapas generados por el primer y segundo muestreo	36
4.4	Comparación entre todos los muestreos .....	36
4.4.1	Mapas generados por el tercer, cuarto y quinto muestreo .....	39
4.4.2	Comparación entre los Mapas generados por el tercer, cuarto y quinto muestreo.	42
4.5	Propuestas de medidas de seguridad para reducir el riesgo de contaminación por CO en personas. ....	42
<b>CAPÍTULO V .....</b>		<b>49</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>49</b>
<b>CAPÍTULO VII.....</b>		<b>52</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>52</b>

<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>54</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>60</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Probables síntomas según porcentajes de COHb.....	11
Tabla 2 Valores de contaminación del aire.....	14
Tabla 3 Georreferenciación .....	28
Tabla 4 Total de muestras tomadas .....	31
Tabla 5 Primer y segundo muestreo .....	32
Tabla 6 Media, mediana, moda, desviación estándar del primer y segundo muestreo .....	33
Tabla 7 Total de Muestreos dentro del hogar .....	36
Tabla 8 Media, mediana, moda y desviación estándar de los datos .....	38
Tabla 9 Instalaciones con Profesionales .....	43
Tabla 10 Uso de Equipos de medición .....	43
Tabla 11 Detectores de monóxido de carbono .....	45
Tabla 12 Mantenimiento .....	46
Tabla 13 Sistemas de ventilación .....	47
Tabla 14 Capacitaciones sobre peligros por intoxicación .....	48

## **INDICE DE MAPAS**

Mapa 1 Zona de Instalación.....	24
Mapa 2 Ubicación de los puntos de muestreo .....	29
Mapa 3 Concentración de CO presente en el primer muestreo .....	35
Mapa 4 Concentración de CO presente en el segundo muestreo.....	36
Mapa 5 Concentración de CO presente en el tercer muestreo .....	40
Mapa 6 Concentración de CO presente en el cuarto muestreo .....	41
Mapa 7 Concentración de CO presente en el quinto muestreo.....	42

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1 Comparación de los muestreos .....	34
Ilustración 2 Marcación de muestreo.....	39

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1 Altair 4X .....	60
Anexo 2 Instalación de la chimenea .....	62
Anexo 3 Chimenea en funcionamiento y una ventana abierta en la habitación	63
Anexo 4 Dos hornillas encendidas en la cocina .....	63

# CAPÍTULO I

## 1.1 Problemática

El monóxido de carbono es un gas tóxico, inoloro e incoloro, el cual tiene la característica de ser más denso que el aire, esparciéndose con facilidad y pasando inadvertido por lo cual supone un peligro. Es preciso mencionar que la muerte por monóxido de carbono en Estados Unidos es sumamente alta con un promedio de 430 muertes por año y figura entre las principales causas de mortalidad después de la sobredosis por drogas y medicamentos (Fuentes & González, 2018). Se estima que anualmente en EE.UU. se reportan aproximadamente 50.000 personas que asisten a las salas de emergencias a consecuencia de las intoxicaciones, de los cuales 21.000 no son intencionales ni relacionadas a incendios. A su vez se tiene 2.300 hospitalizaciones y se calcula que alrededor de 430 personas pierden la vida debido a esta causa (Paez, Cusin, Jiménez, & Chicaiza, 2019).

Se considera que la mortalidad por monóxido de carbono (CO) es uno de los motivos principales de mortalidad en los Estados Unidos y es llamado el asesino silencioso, teniendo una mayor relevancia en los meses de invierno por el uso de sistemas de calefacción, esta situación se presenta principalmente por el incorrecto uso de generadores de gas, gasolina o diésel las cuales son la principal fuente de exposición de CO (Bolaños & Chacón, 2017).

Pese a ser un gas tóxico habitual en las industrias, es generado además dentro del hogar por cocinas, calefones o chimeneas domésticas, aunque en los últimos años se ha podido reducir por el uso de otras formas de energía. Se considera que este gas es el causante del 80% de los sucesos de cambios sistémicos, provocados por la inhalación de humo durante un incendio (Cristóbal, Herán, Monteiro, Margarit, & Celi, 2019).

En ciertas circunstancias, el monóxido de carbono producido por chimeneas a gas tiene la capacidad de acumularse en viviendas durante varios días, convirtiéndose en un contaminante latente donde poco a poco intoxica al ser humano hasta que la concentración es demasiado elevada y causa permanentes daños en órganos como el corazón, pulmón y cerebro.

En este sentido, una persona al estar expuesta al monóxido de carbono, el gas es absorbido por parte de la hemoglobina, impidiendo de esta manera el transporte de oxígeno, situación que genera en el organismo una condición asfixiante, que produce dolores de cabeza, mareos, alteraciones visuales, confusiones y más adelante la muerte.

En el año 2020 en la ciudad de Quito cuatro personas de entre 27 y 58 años de edad fueron trasladadas a hospitales con afectaciones por inhalación de monóxido de carbono en sus hogares, mientras que otras cinco, dos hombres y tres mujeres, fallecieron a causa de este suceso, informó el Servicio Integrado de Seguridad ECU911 en un comunicado (Deutsche Welle, 2020).

Por esta razón, la presente investigación busca evaluar la calidad del aire interior referente al monóxido de carbono con el uso de las chimeneas a gas de la empresa Dommot, con la finalidad de ver cuál es el impacto que este sistema tiene en el medio ambiente y el uso de carácter doméstico.

## **1.2 Antecedentes**

Los orígenes de las chimeneas son tan antiguas como la humanidad misma, en épocas rupestres hacían usos de fogatas en los interiores de las cuevas que servían tanto para el abrigo de las personas, como para ahuyentar animales o cocinar alimentos y su evolución se ha dado al ritmo de la humanidad.

Se pueden encontrar diversas construcciones en la antigüedad, las cuales han sido diseñadas para que el calor pase entre las paredes, este sistema era sumamente efectivo para mantener caliente el hogar en tiempos de invierno, pero su costo era excesivo, por lo que únicamente personas adineradas como los reyes o los nobles, podían permitirse construir una edificación con estas características. Esta situación provocó la creación de sistemas que calienten el hogar pero que no dejen residuos de humo en el interior, lo que generó las primeras chimeneas tradicionales.

El príncipe Ruperto de Rin, crea en 1678 un sistema que permite ventilar de mejor manera las llamas debido a un sistema de ventilación, pero fue Benjamín Franklin en 1741 que crea “La estufa de Franklin”, la cual es una chimenea de hierro que conserva de

mejor manera el calor y que incluso estando apagada la chimenea mantiene el calor por horas.

En la actualidad los sistemas de calefacción han cambiado y el uso de las chimeneas tienen mayormente un componente estético, entre las que se puede destacar la chimenea eléctrica y la chimenea de gas. En este sentido la empresa Dommot, busca la comercialización y la integración de chimeneas con tecnología inteligente aportando a servicios de gestión energética, seguridad y bienestar, las cuales se encuentran presentes en la ciudad de Cuenca desde el 1 de noviembre del 2013. El uso de esta tecnología además de medir automáticamente la temperatura del ambiente, también tiene un sistema que restringe su utilización en caso de presencia de fugas de gas o la carencia de los niveles de oxígeno necesarios en el aire y a diferencia de las chimeneas a leña optimiza la energía y regula la emisión de contaminantes como es el monóxido de carbono, además no requiere de un sistema de ventilación, lo cual aporta ampliamente en la instalación en hogares que no fueron contruidos con una infraestructura de chimenea.

### **1.3 Descripción de la empresa Dommot**

Dommot es una empresa que tiene más de diez años de antigüedad, nace en el 2010 y parte de la necesidad de brindar servicios de domótica en el hogar. La palabra domótica que proviene de latín “K” que significa “*casa*” y “*mática*”, que hace referencia al “*funcionamiento por sí solo*” en griego. De esta manera, la domótica consiste en brindar de inteligencia a un edificio o a un hogar para que este se ocupe de ciertas tareas, como puede ser la iluminación o la seguridad.

En este sentido, la empresa Dommot entre sus servicios tiene el de brindar un sistema de calefacción, ya que este cuenta con un convenio con una empresa fabricante de chimeneas en Estados Unidos, el cual certifica a todos sus distribuidores a nivel mundial. Entre las principales características de certificación cuenta con los procesos adecuados al momento de instalar los equipos y de brindar un posterior mantenimiento.

Dentro de los principales mecanismos que tienen las chimeneas Dommot, se tiene a un sistema de encendido piezoeléctrico, la válvula de seguridad y nivel de llama graduable, un piloto ODS (apaga el piloto si no hay suficiente oxígeno) y opciones de



control remoto con termostato, timer y sonido. Estas propiedades, generan gran facilidad al momento de la utilización, pero además brindan mayor seguridad que otro tipo de chimeneas realizadas en el mercado.

Vale la pena mencionar, que el hacer uso de una chimenea de tipo artesanal, la cual no cuente con las debidas certificaciones puede ser letal, siendo causante de diversas problemáticas como son explosiones de gas, contaminación, intoxicación por monóxido de carbono, intoxicación por gas, entre otras.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar las emisiones de monóxido de carbono con el uso de chimeneas Dommot en la ciudad de Cuenca.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

Realizar una revisión bibliográfica sobre el uso de chimeneas domésticas.

Monitorear las concentraciones de monóxido de carbono previa y posterior a la instalación de chimeneas Dommot.

Comparar la concentración de emisiones de monóxido de carbono antes y después de instalar las chimeneas.

Determinar los riesgos del monóxido de carbono producido por chimeneas y establecer medidas de seguridad para contrarrestarlas.

## **CAPÍTULO II**

### **2 MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES**

El aire es un fluido que hace posible la vida en nuestro planeta, hoy en día la atmósfera se contamina día a día y la calidad del aire se deteriora hasta alcanzar niveles que nos pueden afectar gravemente. Grandes ciudades como Pekín o nueva Delhi viven altísimos niveles de contaminación y los impactos en sus habitantes son altamente riesgosos.

Conforme a la información proporcionada por la OMS sólo el 12 por ciento de los habitantes en el planeta disfruta de una atmósfera limpia. Es así que grandes y pequeñas ciudades se asfixian por el desgaste de la calidad del aire y la infinidad de componentes químicos que flotan a nuestro alrededor emanados por la actividad urbana e industrial.

A partir del siglo XVIII, surgen importantes estudios sobre la atmósfera y su composición, destacan los del francés Antoine Laurent de Lavoisier, considerado el padre de la química moderna, los ingleses Joseph Priestley, por el descubrimiento del oxígeno, Henry Cavendish por el hidrógeno y el escocés Daniel Rutherford, por descubrir el nitrógeno. Un avance importante se da en el siglo XIX con el descubrimiento del ozono en 1840 por parte del químico germano suizo Christian Friedrich Schönbein. Desde entonces la ciencia avanza cada vez más en el estudio y comprensión de nuestra atmósfera (Beretta, 2019).

El aire es una combinación diversa de gases, se considera que el 78 % de ese gas es nitrógeno, seguido de oxígeno con 21%, argón con 0.9 %, dióxido de carbono con 0.04% y después se tiene otros gases como neón, monóxido de carbono, entre otros. Una de las propiedades que tienen los gases es que absorben radiación emitida por la radiación solar provocando un efecto invernadero y entonces la temperatura del planeta es más alta que si no hubiera estos gases en la atmósfera, eso es lo que hace precisamente que pueda haber vida en la tierra (Amable Álvarez & Méndez Martínez, 2017).

Finalizando el siglo 18 aparece la revolución industrial, la sustitución de mano de obra por máquinas aumentó la productividad y se intensificó el uso de combustibles fósiles, la explotación de minas de carbón y la extracción de petróleo y gas a nivel mundial. La expansión industrial requería de estos combustibles para obtener energía y se comienzan a arrojar a la atmósfera enormes cantidades de contaminantes tóxicos, la quema de estos combustibles y la aparición del automóvil acrecentó la contaminación del aire, durante la segunda guerra mundial la utilización de armamento entre ellos el nuclear alteró aún más la composición química de la atmósfera (Cáceres, Coca, & Boitrelle, 2018).

La contaminación atmosférica, no solo proviene de las actividades humanas, con el paso del tiempo el planeta ha sufrido contaminación a través de fuentes naturales como pueden ser las erupciones volcánicas, los incendios forestales o los materiales orgánicos en descomposición; al vapor de agua también se le considera un contaminante. Por otro lado, lo que se conoce por el calentamiento global es provocado por las emisiones básicamente de CO<sub>2</sub>, que viene de la combustión de todos estos combustibles de origen fósil para energía, para transporte y eso ha hecho que los gases particularmente el dióxido de carbono, producto la combustión se estén acumulando (Alvarado & Cerreño, 2019).

Se calcula que solamente de dióxido de carbono se emiten a la atmósfera 3 mil millones de toneladas por año. En el año 1997 se firmó el “Protocolo de Kioto” que tiene que ver con lo que son gases de efecto invernadero. En noviembre de 2015 se efectuó la conferencia sobre el cambio climático en París, en donde y por primera vez 196 países firmaron el llamado acuerdo de París, donde se propone detener el aumento de la temperatura de la atmósfera en no más de 1.5 grados centígrados.

La contaminación se presenta en diferentes ámbitos, el de mayor escala es el global que incluye toda la atmósfera de la tierra, es un tipo de contaminación que está asociado con el calentamiento global. Otra forma de contaminación es la regional como la quema de combustibles fósiles en grandes ciudades, como ejemplo se tiene la grave situación que vivió Londres en 1952 en la que se perdieron cuatro mil vidas por el uso desmedido del carbón. El otro ámbito en donde se presenta una fuerte contaminación es a nivel local el cual es el entorno de habitad. (Moreira Romero, 2018).

En lugares donde se usa y se cocina con leña o con carbón ocurre una contaminación directa por partículas o gases de azufre. Se ha comprobado que, al encender una estufa de gas, se generan compuestos tóxicos que se consideran cancerígenos, por otra parte, se pueden encontrar en interiores otros contaminantes como son los productos de limpieza, jabones, cloro o amoníaco, que también generan un problema de contaminación.

El oxígeno es la fuente de energía del organismo y una vez cumplida su función energética se transforma en dióxido de carbono, un gas que es necesario eliminar, cuando se respira el aire entra a los pulmones y por medio de un conjunto de reacciones químicas se realiza un intercambio de gases en la sangre, siendo los glóbulos rojos los encargados de realizar el proceso de eliminar el dióxido de carbono y de captar el oxígeno.

Los glóbulos rojos conducen el oxígeno y renuevan su presencia en todo el organismo a través del torrente sanguíneo, este proceso se repite en cada respiración, lo que sucede con el aire contaminado es que este proceso de intercambio de gases se perturba, al intervenir partículas no deseadas de metales y otros gases altamente nocivos para la salud de las personas.

En el año 2013 la contaminación atmosférica fue catalogada como carcinogénica por la agencia para la investigación en cáncer dependiente de la organización mundial de la salud (Álvarez Escobar & Boso Gaspar, 2018).

Anualmente mueren más de 7 millones de personas de manera prematura a causa del deterioro en la calidad del aire, a su vez se puede encontrar que el 92% de las personas que viven en ciudades no respiran un aire limpio, la mitad de ellas a causa de la contaminación externa. Los contaminantes más peligrosos son las partículas microscópicas en suspensión en el aire, ellas provienen especialmente de la actividad agrícola, industrial, la quema de leña para calefacción y el transporte vehicular (Coronel & Marzo, 2017).

El planeta siempre ha tenido última variable como resultado de los distintos fenómenos producidos de manera natural. No obstante, en las últimas décadas, se han presentado cambios climáticos como es el caso del incremento o disminución de la

temperatura media de cada estación, el deshielo de los nevados, la presencia de excesivas inundaciones o sequías, así como la gran incidencia de fenómenos naturales como ciclones o tormentas generadas principalmente por el cambio climático.

## **2.2 EL MONOXIDO DE CARBONO**

El monóxido de carbono es un gas tóxico, el cual tiene la característica de poseer menos densidad que el aire por lo cual tiene la capacidad de dispersarse con mayor facilidad y pasar inadvertido representando un inminente peligro, es producido por la combustión incompleta de materiales que contienen distintos componentes como gasolina, petróleo, carbón, gas, madera, tabaco, entre otros. Entre sus características se encuentra que es inoloro, incoloro y no irrita las mucosas (Bolaños, P; Chacón, C, 2017).

Se obtiene de fuentes exógenas que se producen por la combustión incompleta de materiales con carbono como por ejemplo carbón, nafta, querosén, gas de cañería, madera, materia orgánica y en incendios. Esta generación de monóxido de carbono (CO) se da sobre todo en ambientes poco ventilados (Pose, Fernández, Tortorella, De Ben, & Burger, 2009).

La intoxicación por monóxido de carbono figura como una de las causas más frecuentes de muerte por tóxicos después de la sobredosis por drogas y medicamentos. A pesar de ser un gas tóxico muy frecuente en el medio industrial, no puede ser olvidado como una forma de intoxicación habitual en el medio doméstico, aunque se ha conseguido disminuir con el uso de otras formas de energía, siendo el responsable del 80 por ciento de los casos de alteraciones sistémicas provocadas por inhalación de humo en el transcurso de un incendio (Fuentes & Barly, 2019).

La mortalidad suele estar asociada al uso de artefactos de gas defectuoso o mal instalados, fuentes de calefacción en ambientes mal ventilados, exposición a gases de motor en ambientes cerrados e inhalación de humo en el transcurso de incendios, donde el monóxido de carbono es el principal agente responsable de las alteraciones encontradas (Sivanandamoorthy & Meng, 2018).

Según la OMS en nuestro planeta unos tres mil millones de personas continúan usando combustibles sólidos, como el carbón y la leña con el objeto de satisfacer necesidades relacionadas a la energía, esto ocurre gracias a que estos combustibles son más baratos que la electricidad y el gas. No obstante, la combustión que producen aparte de provocar elevadas concentraciones de contaminantes en el aire interior, son fuentes de intoxicaciones por CO.

Una vez inhalado el monóxido de carbono, este se difunde rápidamente a través de las membranas alveolares para combinarse con la hemoglobina y el citocromo oxidasa, entre otras proteínas, afectando el transporte de oxígeno y deteriorando la función mitocondrial.

La absorción pulmonar es directamente proporcional a la concentración de CO en el ambiente, el tiempo de exposición y la frecuencia respiratoria. Una vez en el torrente sanguíneo se combina con la hemoglobina, con una afinidad 200 veces mayor a la del oxígeno, dando origen a la proteína “carboxihemoglobina” incluso inhalando pequeñas concentraciones (Guirola & Pérez, 2018).

Su eliminación se da mediante la respiración y solamente el 1 por ciento se metaboliza a CO<sub>2</sub> a grado hepático, la semivida del monóxido en personas que mantienen una vida sana y que inhalan aire ambiente fluctúa de 3 a 4 horas. La intoxicación aguda corresponde a ciertos síntomas de la enfermedad que se da como resultado a una sola exposición o a una duración menor a 24 horas (Giannuzzi, 2018).

Dentro de las primeras manifestaciones de intoxicación se encuentran síntomas neurológicos como cefalea, disminución de la agilidad mental, somnolencia, ataxia, mareo y muchas veces dolor abdominal y diarrea. Si la intoxicación se alarga durante un determinado tiempo se encuentran mareos, trastornos de la visión, disnea, astenia, taquicardia e hipotensión. Cuando se está en el contexto de una intoxicación severa a persona se encuentran convulsiones, depresión del estado de conciencia hasta el coma profundo, hiperreflexia e hipertermia (Bolaños, P; Chacón, C, 2017).

Este panorama severo es capaz de progresar hasta causar la muerte, que en la mayor parte de ocasiones es causada por paros cardiorrespiratorios. Por otro lado, se tiene

el síndrome neurológico tardío, que es una encefalopatía con manifestaciones neurológicas y psiquiátricas que pueden aparecer después de un periodo de latencia de hasta 40 días tras una aparente recuperación completa (Antolini, 2016).

En la tabla 1 se muestran los posibles síntomas y signos que se pueden originar cuando personas que no fuman tienen diferentes porcentajes de concentración de carboxihemoglobina.

**Tabla 1 Probables síntomas según porcentajes de COHb**

Concentración de COHb (en no fumadores)	Síntomas y Signos
<2%	Inocuo.
2.5%	Deterioro de la orientación temporal.
5%	Deterioro de las facultades psicomotrices.
>5%	Alteraciones cardiovasculares.
10-20%	Cefalea, vasodilatación, alteraciones visuales, vértigo, dolor abdominal y nauseas.
20-30%	Cefalea, disnea, angina de esfuerzo.
20-40%	Disnea, arritmia, cefalea intensa, confusión mental, debilidad de miembros inferiores y vómitos. Estos síntomas pueden impedir a la víctima escapar del área contaminada.
40-50%	Síncope, taquicardia, taquipnea >40% puede ser mortal por asfixia.
>45%	Coma, acidosis metabólica de origen láctico por glucolisis anaeróbica, hipocalemia, hipotensión, convulsiones, depresión respiratoria, edema pulmonar, alteraciones EKG.
50-60%	Coma, convulsiones, respiración irregular.
>60%	Convulsiones, coma, para cardiorrespiratorio, muerte.
70-80%	Muerte.

**NOTA:** Los síntomas pueden variar según la edad, masa corporal o el género.

**Fuente:** (Sibón et al 2007).



## **2.3 CALIDAD DEL AIRE**

Tener una adecuada calidad del aire es fundamental para la vida tanto del ser humano como de otras especies. Sin embargo, la calidad del aire se ha ido deteriorando lo que puede ser perjudicial para la salud, reduciendo la esperanza de vida. Una de las consecuencias más importantes de este inconveniente es el modelo de desarrollo donde se hace uso de una movilización por medio de autos a base de combustibles fósiles, las distintas calefacciones o producción que se realiza por medio de la industria, son uno de los factores que han deteriorado el medio ambiente.

La contaminación por parte del ser humano como la contaminación generada de forma natural, ha generado una alteración en el balance de los distintos gases que conforman la atmósfera provocando diversas consecuencias, como es el caso de tomar medidas restringiendo el tráfico o buscando alternativas amigables con el medio ambiente. De igual manera, en el aire existe distintos tipos de contaminantes como son las partículas que se emiten directamente a la atmósfera, el polvo, los grandes movimientos de tierra, entre otros, provocando además un aumento acelerado entre los años 2000 y 2018 del cambio climático (Moreno, 2020).

Este efecto ha generado varios tipos de iniciativas como es el propuesto en 2015 por la ONU, mediante el Acuerdo de París, el cual tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, y para ello mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5°C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático (Convención Macro sobre el Cambio Climático, 2015)

A finales de 2018 en Ginebra en Suiza la OMS realizó un informe en donde indica que a nivel mundial 91% de la población está respirando aire insalubre. Este fenómeno se produce fundamentalmente en las ciudades grandes, generado alrededor de 7 millones de muertes anuales, resultando uno de los principales motivos de las muertes prematuras en el mundo (Mellado, 2020).

Existen distintos tipos de contaminantes dañinos que pueden ocasionar que se agraven los síntomas de la persona, entre los principales agentes nocivos se tiene al material particulado (MP), atmosférico, el cual es un compuesto de partículas ya sean líquidas o sólidas que están presentes en el aire. Estas se pueden originar partiendo de la quema de biomasa, combustibles de origen fósil, entre otros. Estos pueden tener distintos tamaños, pero los más nocivos son las  $PM_{2.5}$ , que son las partículas nocivas que están suspendidas en el aire, el dióxido sulfúrico, el ozono, el monóxido de carbono, el óxido de nitrógeno y también el plomo (Suárez, Álvarez, Bendezú, & Pomalaya, 2017).

La formación de material particulado, en la actualidad se genera principalmente por el parque automotor con un 25% a un 75% de emisiones antropogénicas de  $PM_{10}$ , este efecto tiene mayor impacto cuando el vehículo requiere un hidrocarburo como es el diésel. Este fenómeno ocurre en el sistema de inyección, al mezclarse distintos componentes para su combustión, lo que genera nanopartículas esféricas entre 10 a 70nm de diámetro, los cuales están compuestos en su gran mayoría por líquidos de ácido sulfúrico y sulfatos (Rojas, 2004).

**Tabla 2 Valores de contaminación del aire**

<b>Contaminante y período de medición</b>	<b>Alerta</b>	<b>Alarma</b>	<b>Emergencia</b>
Monóxido de Carbono./Concentración promedio en ocho horas (ug/m <sup>3</sup> ).	15000	30000	40000
Oxidantes Foto químicos, expresados como ozono./Concentración promedio en ocho horas (ug/m <sup>3</sup> ).	200	400	600
Óxidos de Nitrógeno, como NO <sub>2</sub> ./Concentración promedio en ocho horas (ug/m <sup>3</sup> ).	1000	2000	3000
Dióxido de Azufre./Concentración promedio en ocho horas (ug/m <sup>3</sup> ).	200	1000	1800
Material Particulado PM <sub>10</sub> ./Concentración promedio en ocho horas (ug/m <sup>3</sup> ).	250	400	500
Material Particulado PM <sub>5</sub> /Concentración promedio en ocho horas (ug/m <sup>3</sup> ).	150	250	35

**NOTA:** Todos los valores de concentración expresados en microgramos por metro cúbico de aire, a condiciones de 25°C y 760mmHg.

**Fuente:** (NECCA, junio 2011).

### 2.3.1 Calidad del aire en Cuenca

Durante el año 2012, en el Ecuador se estimó que existieron alrededor de 1700 muertes de habitantes atribuibles directamente a la mala calidad del aire (WHO, 2016). En la ciudad de Cuenca en el año 2008 se estableció la primera etapa de la red de monitoreo de la calidad del aire, la cual contaba con 18 puntos de vigilancia que se dividieron en 15 puntos de medición de depósito de partículas sedimentables y 3 puntos con monitores activos PM<sub>10</sub>. Para el año 2012 entro en funcionamiento la segunda etapa de operación que posteriormente en el año 2014 los puntos de vigilancia se incrementaron hasta 20, divididos en 17 puntos de medición de depósito de partículas sedimentables y 3 puntos de monitoreo activo PM<sub>10</sub> (Jerves & Armijos, 2016).

A partir del 2012 la ciudad cuenta con una estación automática de calidad del aire la cual concede datos en tiempo real de contaminación de monóxido de carbono, dióxido

de nitrógeno, dióxido de carbono, ozono, material particulado fino  $PM_{2.5}$  y variables meteorológicas. Adicionalmente desde mediados de 2016 se cuenta con una estación de monitoreo en el parque industrial de la cual se obtienen datos de material particulado fino  $PM_{2.5}$  (EMOV, 2017).

Cabe destacar, que existen varios factores que inciden la calidad del aire, así un estudio desarrollado por Peña (2018), indica, que la calidad del aire varía en función de la altura, ya que al estar sobre los 2.000 metros a nivel del mar, existe menor presencia de oxígeno, lo cual repercute a la adecuada combustión, pero también existe otros factores como es el caso de estar ubicado alrededor de la cordillera de los Andes, lo que limita de manera significativa la ventilación.

Por otra parte, un estudio realizado por Moreira & Romero (2018) indica que las principales fuentes de contaminación en el Ecuador son la actividad industrial y el parque automotor, lo cual ha llevado sobre todo a las ciudades con más de 100.000 habitantes a tener un alto índice de problemas respiratorios sobre todo en niños que cursan la primaria, pero a su vez se puede ver una problemática parecida en la región amazónica, la cual se ve afectada debido a la extracción del petróleo lo cual generan gases nocivos en el entorno.

Datos generados por la empresa EMOV-EP indican que en el año 2020 el promedio anual del  $MP_{10}$  fue de  $27.3 \mu g/m^3$ , el cual es menor a lo establecido por las Normas de Calidad del Aire Ambiente (NCAA) la cual regula como límite un valor inferior de  $50 \mu g/m^3$ . Mientras que el  $MP_{2.5}$  fue de  $8.5 \mu g/m^3$ , teniendo un valor inferior a lo establecido por las Normas de Calidad del Aire Ambiente (NCAA) la cual regula como límite un valor inferior de  $15 \mu g/m^3$  (EMOV, 2020).

En cuanto a concentraciones de monóxido de carbono todos sus registros fueron menores a las concentraciones que establecen las Normas de Calidad del Aire Ambiente (NCAA) para valores máximos horarios  $30 mg/m^3$  y valores máximos en períodos de 8 horas  $10 mg/m^3$  (EMOV, 2020).

Con la finalidad de disminuir las muertes evitables por contaminantes en el aire, en septiembre del 2021 la OMS publicó regulaciones actualizadas y más estrictas sobre

la calidad de aire, bajando el valor límite del promedio anual de  $MP_{10}$  de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que el valor límite del promedio anual de  $MP_{2.5}$  bajó de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Con respecto a la regulación CO se determinó un valor límite diario de  $4 \text{mg}/\text{m}^3$  (Organización Mundial de la Salud, 2021).

## **2.4 CALIDAD DEL AIRE EN EL INTERIOR**

Gran cantidad de personas que habitan en el interior de la ciudad pasan alrededor de 14 a 21 horas desarrollando actividades en entornos interiores, por eso es fundamental disponer de una apropiada calidad del aire en el medio ambiente. Se considera una mala calidad del aire interior a la presencia de contaminantes y una alta humedad (Morán, Yábar, & Figueroa, 2017).

Las fuentes de contaminación pueden ser diversas, entre las principales se tiene, la propia actividad humana en entornos interiores. De manera que, la presencia de una considerable cantidad de personas o permanecer de manera prolongada en una habitación puede ayudar al deterioro de la calidad del aire. Se debe tomar en cuenta que ciertas actividades que se relacionan con el uso del agua como pueden ser las duchas, cocinar o incluso secar ropa ayudan a que aumente la humedad en un ambiente interior (Ricárdez & Villegas, 2018).

Ciertos hábitos cotidianos como el uso de productos químicos para limpieza o el consumo de tabaco producen fuertes olores y emanan considerables cantidades de toxinas que aportan al deterioro en la calidad del aire interior, es importante considerar también algunos gases de combustión de ciertos equipos, distintos materiales usados para construcción que pueden producir COVs (compuestos orgánicos volátiles) como es el caso de adhesivos, pinturas, gas radón y formaldehidos acostumbran ser potenciales contaminantes del espacio interior. Se estima que anualmente 2.2 millones de personas a nivel mundial mueren a causa de una mala calidad del aire en interiores (Rivas, 2019).

Existen también microorganismos como bacterias y agentes como los virus que generan una contaminación de naturaleza biológica que pueden ocasionar enfermedades a los ocupantes.

La guía de la OMS para concentración de contaminantes en el interior no se ha vuelto a evaluar en la actualización 2021, quedando vigentes las directrices sobre la calidad del aire interior de 2010 que regula como límite para el CO un valor inferior de  $35 \text{ mg/m}^3$  en un tiempo de exposición de 1 hora, y un valor límite de  $10 \text{ mg/m}^3$  en un tiempo de 8 horas (OMS, 2021).

#### **2.4.1 Mecanismos para medir la calidad del aire interior**

Existen diversos mecanismos para medir la calidad del aire interior y el primer indicador es el bienestar o la zona de confort del usuario que en muchas ocasiones expone la existencia o no de salubridad en una habitación. También se pueden encontrar distintos equipos de muestreo y de lectura directa que determinan la cantidad de contaminantes existentes en una estancia.

También existen equipos de lectura directa que pueden determinar la concentración de un contaminante en una estancia y también equipos de muestreo.

#### **2.4.2 Mecanismos para mejorar la calidad del aire**

La primera forma y la más tradicional es abrir las ventanas, la apertura durante un tiempo controlado de las ventanas permite bajar la concentración de humedad en el interior, evacuar el humo o incluso la entrada de un flujo de aire renovado con una mayor cantidad de oxígeno que mejore la habitabilidad.

Este método tiene alguna desventaja como la entrada desde el exterior de polen o de pequeñas partículas, la entrada de ciertos contaminantes moleculares desde el ambiente exterior, que además pueden generar una importante pérdida de energía (Rodríguez O. C., 2017).

La ventilación mecánica controlada es también una de las soluciones para mejorar la calidad del aire en el interior, ya que este sistema va dejando escapar el aire contaminado hacia el exterior mientras que permite el ingreso de aire limpio de manera simultánea, posee un sistema de filtrado que evita el ingreso de polen y partículas permitiendo así solo el ingreso de aire de gran calidad. Existen además sistemas de ventilación mecánica controlada que incluyen intercambiadores de calor lo cual permite

que ingrese aire climatizado al hogar evitando pérdidas energéticas y originando un ahorro en el uso de aire acondicionado en épocas de verano y en calefacción en épocas de invierno. A su vez el evitar fumar o utilizar materiales constructivos nocivos van a beneficiar la calidad del aire interior (Rodríguez, Sierra, & Blanco, 2020).

## **2.5 LA COMBUSTIÓN**

La combustión es una reacción de oxidación en la cual un combustible en forma de pequeñas partículas o gas se combina íntimamente con el corvo comburente normalmente oxígeno para producir gases constituidos principalmente por dióxido de carbono, vapor de agua, monóxido de carbono y dióxido de azufre si el combustible contiene azufre; dependiendo del grado de ruptura de los enlaces carbono e hidrógeno que contiene el combustible también se pueden obtener otros gases. La cantidad de mayor o menor grado de monóxido de carbono y dióxido de carbono en los gases productos de la combustión dependerá del tipo de reacción que se lleve a cabo así se conoce que existen dos tipos de reacciones: la reacción completa en la cual todo el carbono presente en el combustible reacciona con el oxígeno para producir  $\text{CO}_2$  y la reacción incompleta el carbono reacciona parcialmente con oxígeno para producir monóxido de carbono, esta reacción se da de forma incompleta debido a una poca cantidad de oxígeno que esté disponible para reaccionar con el carbono presente en el combustible y en ambos casos todo el hidrógeno siempre va a reaccionar con oxígeno para producir vapor de agua. Este tipo de procesos también liberan energía en forma de calor debido a que las reacciones son bastante exotérmicas (Borges & Chou, 2021).

## **2.6 CHIMENEAS**

Las chimeneas son mecanismos que pueden ser utilizados dentro de la industria y el hogar y cumplen varios objetivos. Dentro de la industria tienen el objetivo de dar salida a los distintos gases productos de una reacción química o una combustión como resultado de una actividad de producción. Mientras que, en el hogar, tiene un componente estético y térmico, con una ubicación tanto interna como externa y con diferentes fuentes de combustión que se pueden implementar en un hogar entre las cuales se tiene.

- Chimeneas a leña.

- Chimeneas a gas.
- Chimeneas de bioetanol.
- Chimeneas eléctricas.

### **2.6.1 Chimenea de leña**

La chimenea de leña, es un tipo de chimenea cuya fuente de combustión es la leña, esta chimenea es usada desde la antigüedad hasta nuestros días, estas en la actualidad puede ser abiertas, cerradas y de doble cámara. Las chimeneas abiertas, son las clásicas, las cuales se puede estar en contacto directo con la llama. Mientras que las cerradas tienen una compuerta que permite mayor rendimiento calórico. Finalmente, las de doble cámara poseen un mecanismo mixto, es decir funcionan con leña y otro material para su combustión como es el gas (De la Rubio, 2020).

#### ***2.6.1.1 Características***

- Su combustible son las leñas.
- Necesitan un sistema de ventilación.
- Brinda calor.
- Fuente de energía renovable.
- Se adapta a distintos estilos decorativos.
- Se debe de almacenar madera.
- Genera residuos.

#### ***2.6.1.2 Beneficios del producto***

Una chimenea de leña provee ciertos beneficios generados por la madera sin dificultad:

- Son económicas.
- Se puede cocinar.
- Son prácticas para aprovechar residuos del bosque.
- Son las más frecuentes.
- Se implementan en el campo.
- Son estéticas.



## **2.6.2 Chimenea a gas**

La chimenea a gas es un equipo íntegro de gas natural, el cual se adapta a chimeneas que se encuentran ya incorporadas. Estas chimeneas están compuestas por una cámara de combustión con calefactores de apoyo, y no necesitan incorporaciones como pueden ser pantallas o puertas de vidrio. Las chimeneas a gas pueden ser una manera inmejorable para transformar una chimenea poco eficiente en un artefacto de calefacción adicional bastante eficaz.

### ***2.6.2.1 Características***

- Los equipos integrados de gas natural pueden ser instalados en casi todos los muebles de chimenea que existen.
- Los modelos a gas no necesitan conductos de ventilación, dándole a elegir al cliente si quiere o no cubrir el canal del mueble de la chimenea.
- Son sistemas amigables con el ambiente, puesto que no es necesario la quema de maderas para producir una flama verdadera.
- Son de simple encendido, ya que cuenta con un sistema de encendido eléctrico.
- Fácil manejo de chimeneas loft gracias a que posee un control remoto de sencillo uso.
- No generan desperdicio de calor asegurando un 99% de eficiencia.
- Sistema de encendido mediante chispa.
- Posee un sistema que gradúa la llama y una válvula de seguridad que reduce la presión.
- Dispone de una estructura ODS la cual apaga el piloto si no hay suficiente oxígeno.
- Opciones de mando a distancia que incluye termostato, timer y sonido.

### ***2.6.2.2 Beneficios del producto***

Una chimenea a gas provee ciertos beneficios generados por la madera sin dificultad:

- No requiere gasto económico en el corte o compra de madera.

- No genera cenizas ni partículas de madera.
- El presupuesto para la instalación es accesible ya que se puede instalar en chimeneas existentes.
- Se observa como llama de verdaderos leños además de sentir el calor como tal.
- No genera humo y produce un aire limpio para el medio ambiente.
- No produce brasas persistentes, ni chispas en el aire.
- Mantiene un encendido y apagado rápido.

### **2.6.3 Chimenea a bioetanol**

La chimenea a bioetanol o biochimeneas, tienen una fuente de combustión que es el bioetanol, estas chimeneas son utilizadas de forma decorativa y térmica, estas funcionan con un mecanismo de auto llenado, lo que quiere decir que tiene un compartimiento en donde se pone el bioetanol el cual, al acabarse, se debe de llenar nuevamente para alimentarlo (Marimar, 2020).

#### ***2.6.3.1 Características***

- Son móviles.
- No requieren tiro de ventilación.
- Son productos totalmente ecológicos, aunque el valor del combustible es costoso y requiere manipulación por parte del propietario.
- Fáciles de encender.
- Tiene bajas emisiones de CO<sub>2</sub>.
- No requiere conexiones.

#### ***2.6.3.2 Beneficios del producto***

Una chimenea bioetanol tiene diversos beneficios:

- No exige gasto económico en el corte o compra de madera.
- No genera cenizas ni partículas de madera.
- Se enciende y apaga al instante.
- Son ecológicas.
- El costo es menor ya que no requiere instalaciones estructurales.

#### **2.6.4 Chimenea eléctrica**

La chimenea eléctrica, es un tipo de chimenea de fantasía y a pesar que emanan calor, la llama es generada de forma artificial, estas chimeneas pueden calentar habitaciones pequeñas y su fuente de energía es la electricidad, por lo que no producen ningún tipo de emanaciones (Planas, 2021).

##### **2.6.4.1 Características**

- La instalación es rápida.
- Consume energía eléctrica.
- Pueden contar con distintos accesorios eléctrico.
- Son productos totalmente ecológicos, ya que no necesita quemar ningún tipo de madera para genera calor.
- Fáciles de encender.
- Tienen encendido remoto.

##### **2.6.4.2 Beneficios del producto**

Una chimenea eléctrica puede proporcionar diversos beneficios:

- No exige gasto económico en el corte o compra de madera.
- No genera cenizas ni partículas de madera.
- No genera humo y produce un aire limpio para el medio ambiente.
- No produce brasas persistentes, ni chispas en el aire.
- Mantiene un encendido y apagado rápido.
- Fácil de instalar.
- Son móviles.

## CAPÍTULO III

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 Identificación de las Zonas de Muestreo

Las zonas de muestreo serán aquellas en donde se vayan a instalar las chimeneas durante el periodo mayo-octubre 2021.

Se describe el plan de muestreo, el cual tiene información detallada sobre el lugar de muestreo y los resultados encontrados en dicha zona, los muestreos se deben de generar en función de los objetivos planteados en este trabajo investigativo y contar con una adecuada georreferenciación. El plan de muestreo tiene los siguientes aspectos:

**a) Información básica del estado del aire**

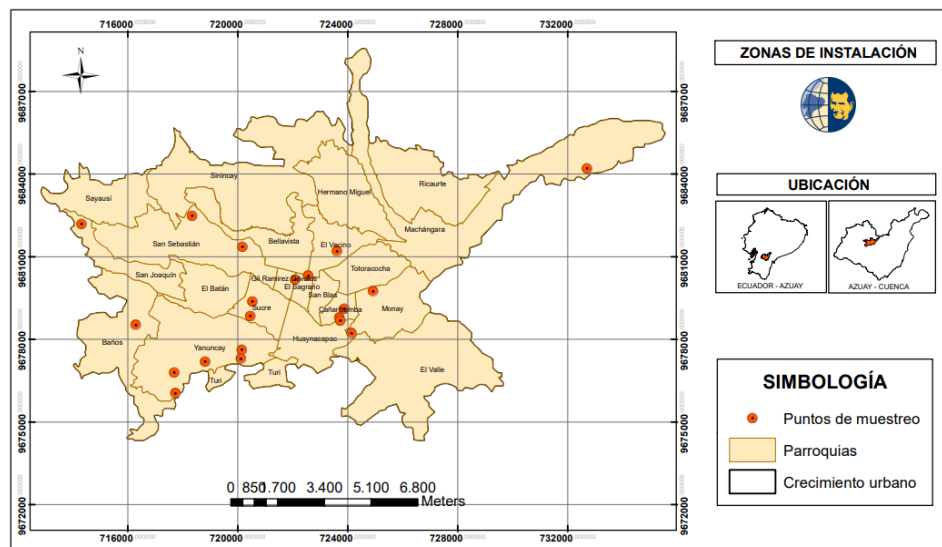
Para la información básica del estado del aire se procedió a monitorear el aire en el interior de las viviendas, en primera instancia se realizó el monitoreo antes de la instalación de las chimeneas y en segunda instancia se realizó el monitoreo después de la instalación, esta información fue cotejada con los indicadores ambientales propuestos por entidades nacionales.

**b) Determinación de lugares para la instalación de chimeneas**

Para la determinación de los lugares de instalación, se procedió a realizar una adecuada valoración del sitio en donde se van a instalar las chimeneas. Las condiciones para realizar esta actividad implicaron, que los lugares cuenten con una adecuada ventilación ya que al realizar dicha instalación en un espacio cerrado se corre el riesgo que se puedan acumular gases tóxicos en el medio ambiente o que existe una reducida cantidad de oxígeno debido a la combustión. De esta manera, en caso de no tener una adecuada ventilación al momento de la instalación, se opta por incorporar un sistema de ventilación o seleccionar otro espacio que cuente con las condiciones requeridas.

Las zonas determinadas para la instalación de las chimeneas se situaron en diferentes parroquias de la ciudad.

**Mapa 1 Zona de Instalación**



Fuente: Elaboración propia.

#### c) Técnicas y equipos a emplearse para el muestreo

Como técnicas utilizadas para este estudio se hizo un muestreo de la calidad del aire relacionada al monóxido de carbono presente en el interior de las viviendas, este muestreo busca identificar como varía el monóxido de carbono antes y después de la instalación de las chimeneas. Como herramienta utilizada para dicha actividad se usó el equipo ALTAIR 4X, el cual es un instrumento que permite conocer la cantidad de CO en el medio ambiente.

#### d) Identificación del personal involucrado

Dentro del personal involucrado para esta investigación se tiene a los técnicos de instalación, los cuales son responsables de la instalación, calibración y verificación de los equipos; el responsable del análisis de datos, el cual es responsable de medir las emisiones de monóxido de carbono con el fin de garantizar el adecuado funcionamiento de las instalaciones; el cliente, el cual es la persona quien contrata los servicios,

y por último se tiene a la familia del cliente, que son personas que tienen acceso al servicio.

**e) Determinación de las condiciones ambientales en el interior**

Para la determinación de las condiciones ambientales en el interior, se procedió a tomar la temperatura antes de la instalación de las chimeneas. Luego de realizada la instalación se procede a verificar las condiciones ambientales (temperatura), las cuales garantizan no solo la instalación sino el adecuado funcionamiento de las chimeneas.

**f) Medidas de seguridad óptimas para reducir el riesgo de contaminación por CO**

Como medidas de seguridad los equipos deberán pasar por la certificación, además los profesionales que hacen la instalación deberán tener la capacitación requerida por la empresa, se deberá realizar mantenimiento de las instalaciones, únicamente por personal calificado y se deberá realizar un adecuado proceso de inducción a los clientes con el fin de identificar anomalías en los equipos.

### **3.2 Muestreos para el monitoreo del aire**

Por medio de la difusión molecular a un componente con características absorbentes para ciertos contaminantes, se realiza un muestreo integrado durante un determinado tiempo (que por lo general va de una semana a un mes). El bajo precio de cada unidad permite realizar muestreos en diferentes sitios de la zona de interés, por ello se puede identificar cuáles son los puntos críticos donde existe una elevada concentración de contaminantes, como las principales vías de emisión, y el lugar donde se deben llevar a cabo estudios de manera más detallada.

Para explotar de mejor manera esta técnica, se debe tener un diseño ordenado del estudio, y cuidar los métodos de aseguramiento y verificación de la calidad seguidos en el laboratorio por medio del análisis de muestreo.

### **3.3 Medición del monóxido de carbono previa y posterior a la instalación de chimenea**

En este apartado se determinarán las concentraciones de monóxido de carbono antes y después de la instalación de las chimeneas Dommot.

Como herramienta de medición se usó el “*ALTAIR 4X Detector multigas*”, el cual es un medidor portátil que utiliza tecnología avanzada de sensores electroquímicos para detectar y medir rápidamente el monóxido de carbono y advertir a los bomberos, policías y equipos de rescate si el CO alcanza niveles peligrosos, es por esto que se realizará la toma de muestreos en dos momentos: antes de la instalación de las chimeneas y después de su instalación con ciertas variaciones en condiciones de funcionamiento.

Se realizará también un mapa de valoración del monóxido de carbono en las zonas de estudio mediante la herramienta “Sistema de Información Geográfica” (SIG) para ubicar los lugares de estudio, así como para representar la información obtenida.

#### **3.3.1 Medición de monóxido de carbono previa instalación de chimeneas**

Se procederá a medir las concentraciones de monóxido de carbono con el uso de la herramienta antes mencionada, esta medición se realizará minutos antes de la instalación de las chimeneas.

#### **3.3.2 Medición de monóxido de carbono posterior a la instalación de chimeneas**

Las mediciones de la concentración de monóxido de carbono se realizarán con el uso de la herramienta antes mencionada.

Se realizarán 4 mediciones posteriores con el funcionamiento durante 2 horas de cada chimenea.

### **3.4 Comparación de la toma de datos del monóxido de carbono antes y después de la instalación de las chimeneas**

En esta sección se procederá a realizar una tabla comparativa donde se pueda identificar con claridad cuales con las diferencias referentes a presencia de monóxido de carbono antes y después de la instalación, así como reconocer cuales son los beneficios e inconvenientes que se generan.

### **3.5 Plantear medidas de seguridad para evitar riesgos de monóxido de carbono en la salud**

Se identificarán las medidas tanto de precaución como de control para evitar riesgos que puedan generar enfermedades graves en la salud humana, para ello se han de valorar los principales problemas que causa el monóxido de carbono y por consiguiente buscar las soluciones adecuadas para mitigar o remediar estos.



## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS

Para el cumplimiento de los objetivos en esta investigación se prosiguió con la toma de muestras en los distintos puntos de instalación en la ciudad de Cuenca, mediante el mecanismo “*ALTAIR 4X Detector multigas*”, para

la valoración de la calidad del aire descrita en el capítulo 3.

#### 4.1 Georreferenciación de los puntos del muestreo

Para poder realizar el muestreo se hizo una georreferenciación de los puntos donde se obtuvieron los muestreos.

**Tabla 3 Georreferenciación**

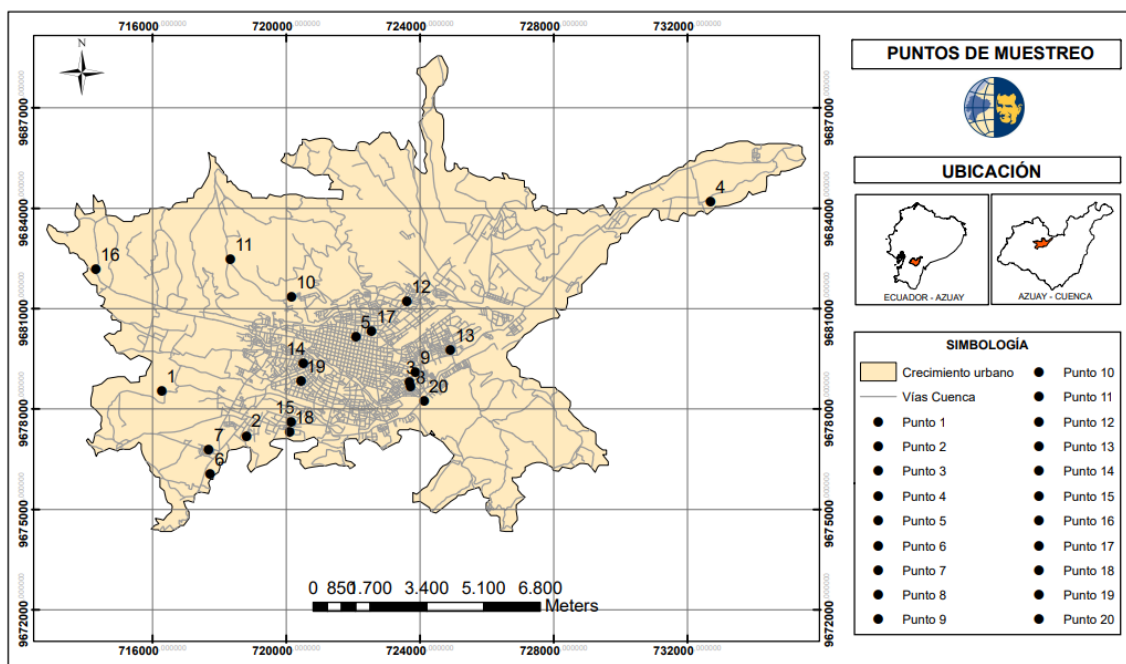
Puntos de Muestreo	X	Y	Parroquia	Fecha
1	716278,2	9678530,8	Baños	20/5/2021
2	718814,9	9677202,3	Yanuncay	25/5/2021
3	723692,0	9678797,4	Cañaribamba	4/6/2021
4	732703,3	9684194,6	Machángara	14/6/2021
5	722085,1	9680173,5	El Sagrario	23/6/2021
6	717728,7	9676061,4	San Joaquín	5/7/2021
7	717686,8	9676795,7	yanuncay	8/7/2021
8	723731,9	9678677,5	Huaynacapac	15/7/2021
9	723868,6	9679110,5	Cañaribamba	19/7/2021
10	720162,7	9681356,6	San Sebastián	26/7/2021
11	718329,8	9682481,1	San Sebastián	2/8/2021
12	723609,8	9681212,3	El Vecino	6/8/2021
13	724916,9	9679763,0	Monay	12/8/2021
14	720526,8	9679368,3	Sucre	13/8/2021
15	720146,9	9677620,9	Yanuncay	18/8/2021
16	714310,7	9682190,0	San Sebastián	23/8/2021
17	722557,9	9680326,3	El Vecino	25/8/2021
18	720112,4	9677313,7	Yanuncay	26/8/2021
19	720451,8	9678836,9	Sucre	30/8/2021
20	724132,7	9678234,4	Monay	3/9/2021

**NOTA:** Se describe la ubicación de los puntos donde fueron realizados los muestreos.

**Fuente:** Elaboración propia.

En el mapa 2, se muestran los puntos donde se realizaron los muestreos en la ciudad de Cuenca siendo evidente que la mayoría de estos se encuentran en el área urbana.

**Mapa 2 Ubicación de los puntos de muestreo**



Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 Toma de muestras

En la tabla 3 se puede apreciar la toma de muestras de monóxido de carbono de cada uno de los puntos, se recalca que se realizaron 5 muestreos en cada una de las instalaciones, dividiéndose de la siguiente manera:

- El primer muestreo se realizó antes de la instalación con la condición de que ninguna persona este presente en la habitación.
- El segundo muestreo se realizó después de que la chimenea estuvo en funcionamiento durante 2 horas con la condición de que ninguna persona este presente en la habitación.
- El tercer muestreo se realizó el día siguiente de la instalación con la condición de que la chimenea esté en funcionamiento durante 2 horas, con 2 hornillas de cocina prendidas durante el mismo tiempo y que ninguna persona este presente en la habitación.

- El cuarto muestreo se realizó al día siguiente de la instalación, con la condición de que la chimenea esté en funcionamiento durante 2 horas, con 2 hornillas de cocina prendidas durante el mismo tiempo y con la presencia de todos los integrantes de la familia (4 personas aproximadamente).
- Finalmente, el quinto muestreo se realizó una semana después de la instalación con la condición de que la chimenea esté en funcionamiento durante 2 horas, con 2 hornillas de cocina prendidas durante el mismo tiempo, con todos los integrantes de la familia, y con una ventana abierta

**Tabla 4 Total de muestras tomadas**

	Día 1				Día 2				Día 3	
Puntos	Primer muestreo (mg/m <sup>3</sup> )	Fecha	Segundo muestreo (mg/m <sup>3</sup> )	Fecha	Tercer muestreo (mg/m <sup>3</sup> )	Fecha	Cuarto muestreo (mg/m <sup>3</sup> )	Fecha	Quinto muestreo (mg/m <sup>3</sup> )	Fecha
1	0,63	20/5/2021	1,03	20/5/2021	1,03	21/5/2021	1,21	21/5/2021	1,02	27/5/2021
2	0,66	25/5/2021	0,77	25/5/2021	0,81	26/5/2021	1,15	26/5/2021	0,98	1/6/2021
3	0,62	4/6/2021	0,71	4/6/2021	0,74	5/6/2021	1,01	5/6/2021	1,29	11/6/2021
4	0,52	14/6/2021	0,72	14/6/2021	0,76	15/6/2021	1,09	15/6/2021	0,91	21/6/2021
5	1,06	23/6/2021	1,26	23/6/2021	1,28	24/6/2021	1,36	24/6/2021	1,47	30/6/2021
6	0,61	5/7/2021	0,93	5/7/2021	0,98	6/7/2021	0,97	6/7/2021	0,92	12/7/2021
7	0,73	8/7/2021	0,92	8/7/2021	0,93	9/7/2021	0,94	9/7/2021	0,93	15/7/2021
8	0,84	15/7/2021	1,03	15/7/2021	1,05	16/7/2021	1,01	16/7/2021	1,02	22/7/2021
9	0,76	19/7/2021	0,83	19/7/2021	0,83	20/7/2021	1,24	20/7/2021	1,15	26/7/2021
10	0,65	26/7/2021	0,76	26/7/2021	0,80	27/7/2021	0,92	27/7/2021	1,03	2/8/2021
11	0,61	2/8/2021	0,73	2/8/2021	0,72	3/8/2021	1,27	3/8/2021	0,94	9/8/2021
12	0,67	6/8/2021	0,85	6/8/2021	0,91	7/8/2021	0,97	7/8/2021	1,33	13/8/2021
13	0,65	12/8/2021	0,91	12/8/2021	0,93	13/8/2021	1,46	13/8/2021	1,28	19/8/2021
14	0,73	13/8/2021	0,86	13/8/2021	0,94	14/8/2021	0,98	14/8/2021	1,31	20/8/2021
15	0,71	18/8/2021	0,88	18/8/2021	0,90	18/8/2021	1,51	18/8/2021	1,22	25/8/2021
16	0,46	23/8/2021	0,88	23/8/2021	0,91	24/8/2021	1,12	24/8/2021	0,87	30/8/2021
17	0,78	25/8/2021	0,90	25/8/2021	0,95	26/8/2021	1,41	26/8/2021	1,43	1/9/2021
18	0,56	26/8/2021	0,73	26/8/2021	0,73	27/8/2021	1,04	27/8/2021	0,99	2/9/2021
19	0,67	30/8/2021	0,79	30/8/2021	0,77	31/8/2021	1,28	31/8/2021	1,36	6/9/2021
20	0,42	3/9/2021	0,73	3/9/2021	0,76	4/9/2021	1,23	4/9/2021	0,95	10/9/2021

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5 se puede apreciar el primer y segundo muestreo de monóxido de carbono de cada uno de los puntos, estos muestreos fueron realizados antes de la instalación de las chimeneas y después de dos horas del funcionamiento de las mismas.

**Tabla 5 Primer y segundo muestreo**

Puntos	Primer muestreo (mg/m <sup>3</sup> )	Fecha	Hora	Segundo muestreo (mg/m <sup>3</sup> )	Fecha	Hora
1	0,63	20/5/2021	14:03:05	1,03	20/5/2021	16:02:56
2	0,66	25/5/2021	9:53:23	0,77	25/5/2021	12:06:42
3	0,62	4/6/2021	14:36:23	0,71	4/6/2021	16:28:45
4	0,52	14/6/2021	15:03:25	0,72	14/6/2021	17:12:25
5	1,06	23/6/2021	16:05:00	1,26	23/6/2021	17:36:23
6	0,61	5/7/2021	10:07:30	0,93	5/7/2021	12:15:36
7	0,73	8/7/2021	14:05:06	0,92	8/7/2021	16:12:02
8	0,84	15/7/2021	10:08:06	1,03	15/7/2021	12:03:57
9	0,76	19/7/2021	8:23:56	0,83	19/7/2021	10:38:41
10	0,65	26/7/2021	15:03:56	0,76	26/7/2021	17:26:41
11	0,61	2/8/2021	10:05:53	0,73	2/8/2021	12:14:13
12	0,67	6/8/2021	9:53:06	0,85	6/8/2021	12:05:05
13	0,65	12/8/2021	14:02:00	0,91	12/8/2021	16:26:03
14	0,73	13/8/2021	14:00:53	0,86	13/8/2021	16:14:26
15	0,71	18/8/2021	14:56:05	0,88	18/8/2021	17:03:41
16	0,46	23/8/2021	9:23:12	0,88	23/8/2021	11:36:52
17	0,78	25/8/2021	10:15:53	0,90	25/8/2021	12:15:36
18	0,56	26/8/2021	16:00:01	0,73	26/8/2021	18:23:10
19	0,67	30/8/2021	15:02:42	0,79	30/8/2021	17:20:21
20	0,42	3/9/2021	13:58:36	0,73	3/9/2021	16:26:32

**NOTA:** Los muestreos fueron tomadas en el sitio de instalación de las chimeneas.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 6 se puede apreciar el cálculo de diferentes parámetros de las mediciones de CO, para el primer y segundo muestreo, entre los principales se encuentran el promedio de 0,667 mg/m<sup>3</sup> para el primer muestreo y 0,861 mg/m<sup>3</sup> para el segundo, lo que indica que existe un aumento promedio de 0,194 mg/m<sup>3</sup> siendo este relativamente bajo. Se destaca también los valores máximos en el caso del primer muestreo un valor de 1,06 mg/m<sup>3</sup> mientras que en el segundo muestreo un valor de 1,26 mg/m<sup>3</sup> es decir existe un incremento de 0,20 mg/m<sup>3</sup> en los sitios que poseen mayor cantidad de CO. Se aprecia también la desviación estándar con un valor de 0,1382 para el primer muestreo y un valor

de 0,1353 para el segundo, demostrando que los datos mantienen una dispersión similar en ambos muestreos.

**Tabla 6** *Media, mediana, moda, desviación estándar del primer y segundo muestreo*

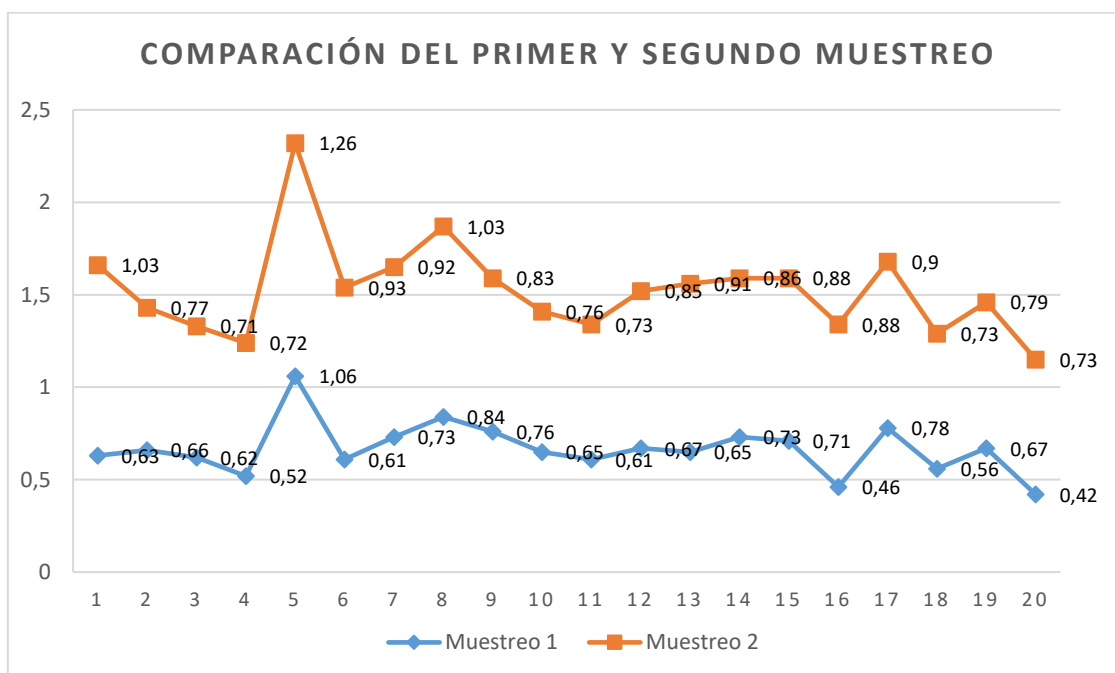
	Primera Muestra	Segunda Muestra
# Datos	20	20
Media	0,667	0,861
Mediana	0,655	0,855
Moda	0,61	0,73
Desviación estándar	0,138263669	0,13533195
Mínima	0,42	0,71
Máxima	1,06	1,26
Sumatoria	13,34	17,22

**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.3 Comparación entre el primer y segundo muestreo

En la ilustración 1 se puede ver la diferencia entre el primer y segundo muestreo, donde se aprecia un ligero incremento de monóxido de carbono en los lugares donde se instalaron las chimeneas. Vale la pena mencionar, que los incrementos en algunos casos fueron mayores, debido a las zonas donde se instalaron las chimeneas. Sin embargo, a pesar de esto se puede apreciar que la contaminación emitida por las chimeneas es reducida y que se encuentra por debajo de los estándares sugeridos.

### Ilustración 1 Comparación de los muestreos



**NOTA:** Los datos fueron tomados con un intervalo aproximado de 2 horas.

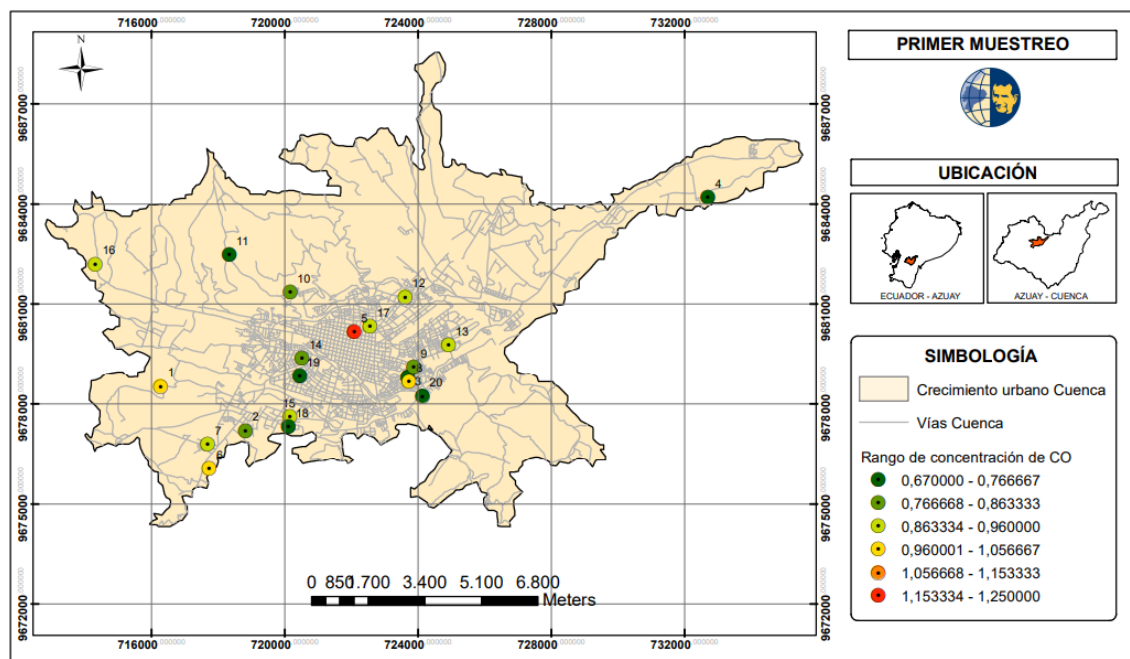
**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.3.1 Mapas generados por el primer y segundo muestreo

En los mapas 3 y 4 se muestra la concentración de CO presente en el primer y segundo muestreo, dichos mapas fueron realizados con el uso de la herramienta Sistema de Información Geográfica (SIG) en los cuales se puede observar el comportamiento del monóxido de carbono dividido en 6 clases con un rango de 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

A continuación, en el mapa 3 se puede observar que los valores máximos de emisiones de CO se encuentran en los puntos 5 y 17 pertenecientes a viviendas situadas en las parroquias El Sagrario y El vecino respectivamente, en tanto que los valores mínimos se encuentran en los puntos 4, 16 y 20 que pertenecen a viviendas ubicadas en las parroquias Machángara, San Sebastián y Monay respectivamente.

**Mapa 3 Concentración de CO presente en el primer muestreo**

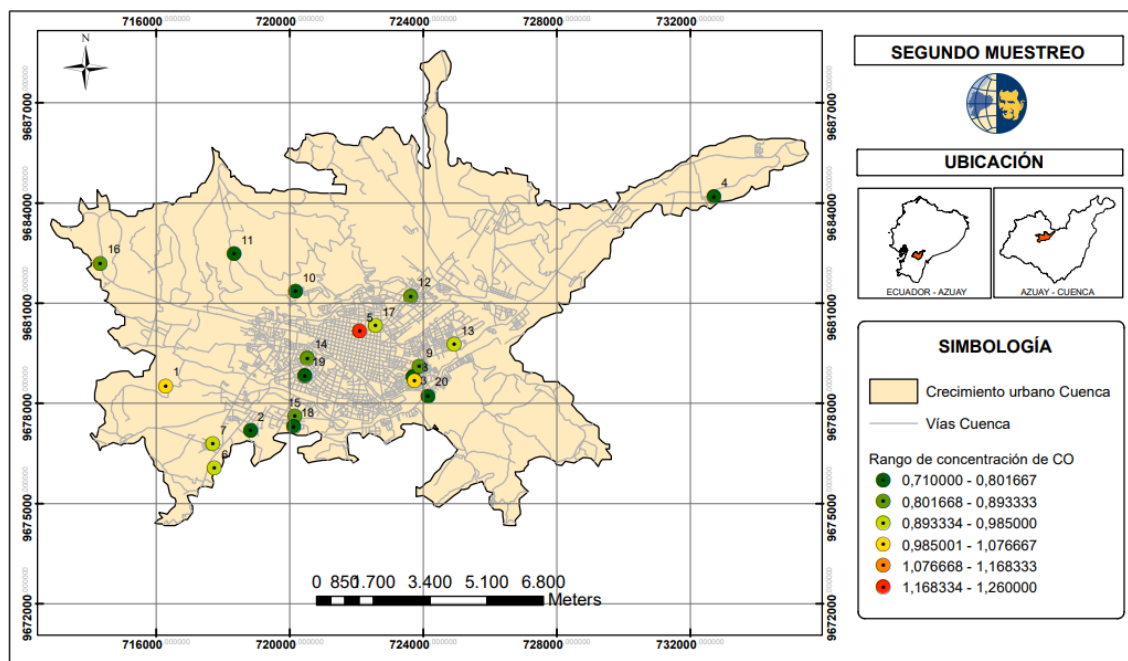


**Fuente:** Elaboración propia.

En el mapa 4 se puede observar que el valor máximo de emisiones de CO se encuentra en el punto 5 que pertenece a una vivienda situada en la parroquia El Sagrario en tanto que los valores mínimos se encuentran en los puntos 2, 3, 4, 10, 11, 18, 19 y 20 pertenecientes a viviendas ubicadas en las parroquias Yanuncay, Cañaribamba, Machángara, San Sebastián, San Sebastián, Yanuncay, Sucre y Monay respectivamente.



**Mapa 4 Concentración de CO presente en el segundo muestreo**



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.2 Comparación entre los Mapas generados por el primer y segundo muestreo

En los mapas 3 y 4 se puede observar claramente que existe un incremento de monóxido de carbono en cada uno de los muestreos debido a las 2 horas de funcionamiento de las chimeneas, si bien existen variaciones se destaca el muestreo realizado en el punto 1 ubicado en la parroquia Baños donde se produjo un aumento significativo en la cantidad de monóxido de carbono a causa de que ésta vivienda no posee una adecuada ventilación.

#### 4.4 Comparación entre todos los muestreos

**Tabla 7 Total de Muestreos dentro del hogar**

	muestreo 1 (mg/m <sup>3</sup> )	muestreo 2 (mg/m <sup>3</sup> )	muestreo 3 (mg/m <sup>3</sup> )	muestreo 4 (mg/m <sup>3</sup> )	muestreo 5 (mg/m <sup>3</sup> )
Ubicación 1	0,63	1,03	1,03	1,21	1,02
Ubicación 2	0,66	0,77	0,81	1,15	0,98
Ubicación 3	0,62	0,71	0,74	1,01	1,29
Ubicación 4	0,52	0,72	0,76	1,09	0,91
Ubicación 5	1,06	1,26	1,28	1,36	1,47
Ubicación 6	0,61	0,93	0,98	0,98	0,92

Ubicación 7	0,73	0,92	0,93	0,94	0,93
Ubicación 8	0,84	1,03	1,05	1,02	1,02
Ubicación 9	0,76	0,83	0,83	1,24	1,15
Ubicación 10	0,65	0,76	0,8	0,92	1,03
Ubicación 11	0,61	0,73	0,73	1,3	0,94
Ubicación 12	0,67	0,85	0,91	0,97	1,33
Ubicación 13	0,65	0,91	0,93	1,46	1,28
Ubicación 14	0,73	0,86	0,94	0,98	1,31
Ubicación 15	0,71	0,88	0,9	1,51	1,22
Ubicación 16	0,46	0,88	0,91	1,12	0,87
Ubicación 17	0,78	0,9	0,95	1,41	1,43
Ubicación 18	0,56	0,73	0,73	1,04	0,99
Ubicación 19	0,67	0,79	0,77	1,28	1,36
Ubicación 20	0,42	0,73	0,76	1,23	0,95

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se podrá ver un comparativo entre los 5 muestreos realizados. Dentro de los principales resultados se puede ver que en el primer muestreo se obtuvo un promedio de  $0,667 \text{ mg/m}^3$ , mientras que en el segundo muestreo el promedio es de  $0,861 \text{ mg/m}^3$ , a su vez en el tercer muestreo el promedio es de  $0,887 \text{ mg/m}^3$ , en el cuarto muestreo se puede observar que el promedio es de  $1,161 \text{ mg/m}^3$  y finalmente en el quinto muestreo el promedio es de  $1,122 \text{ mg/m}^3$ .

Se genero un incremento de monóxido de carbono entre el primer y el segundo muestreo de  $0,194 \text{ mg/m}^3$ , un incremento entre el segundo y tercer muestreo de  $0,026 \text{ mg/m}^3$ , un incremento entre el tercer y cuarto muestreo de  $0,274 \text{ mg/m}^3$ , y finalmente una disminución entre el cuarto y quinto muestreo de  $0,039 \text{ mg/m}^3$ .

Dentro de los principales factores de variación de CO, se pudo observar claramente que el segundo y tercer muestreo tienen promedios similares, es decir que no existe gran variación de CO cuando se encienden 2 hornillas de cocina mientras está funcionando la chimenea, por su parte el promedio mayor producido se da en la cuarta muestra demostrando que con 2 horas de funcionamiento de la chimenea, mas 2 hornillas prendidas por el mismo tiempo y la presencia del núcleo familiar completo se genera la mayor cantidad de CO. Por otro lado, en la quinta muestra disminuye el CO con relación a la cuarta muestra lo que quiere decir que al momento de abrir una ventana y dar una adecuada ventilación se reduce la cantidad de CO en la mayor parte de los lugares donde se instalaron las chimeneas.

Otro parámetro importante, es la desviación estándar que como se muestra en el primer, el segundo y el tercer muestreo, no existe gran variación. Es decir, la dispersión de los datos es similar en los 3 muestreos, mientras que los datos con mayor dispersión se producen en el quinto muestreo, es decir aquí los datos se encuentran más dispersos con respecto a su promedio.

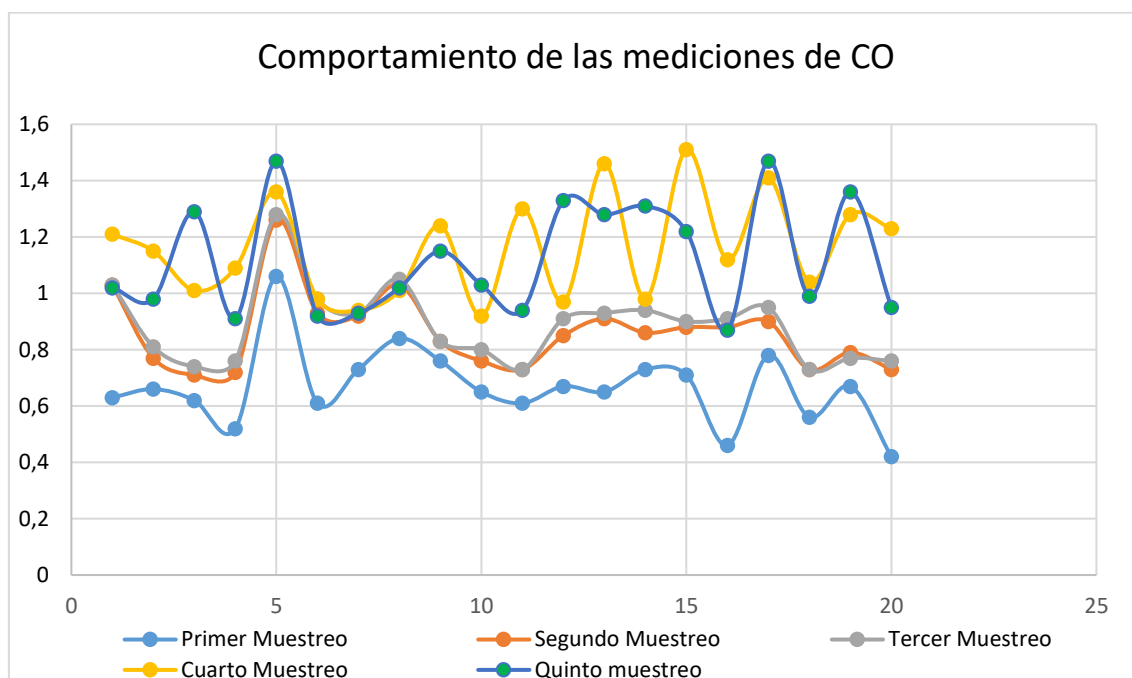
**Tabla 8 Media, mediana, moda y desviación estándar de los datos**

	Primera Muestra	Segunda Muestra	Tercera Muestra	Cuarta Muestra	Quinta Muestra
# Datos	20	20	20	20	20
Media	0,667	0,861	0,887	1,161	1,122
Mediana	0,655	0,855	0,905	1,135	1,025
Moda	0,61	0,73	0,76	0,98	1,02
Desviación estándar	0,138263669	0,13533195	0,13677103	0,18249441	0,19956795
Mínima	0,42	0,71	0,73	0,92	0,87
Máxima	1,06	1,26	1,28	1,51	1,47
Sumatoria	13,34	17,22	17,74	23,22	22,44

**Fuente:** Elaboración propia.

En la Ilustración 2 llamado Marcación de Muestreo se puede observar el comportamiento de las mediciones de monóxido de carbono presentes en cada uno de los muestreos.

## Ilustración 2 *Marcación de muestreo*



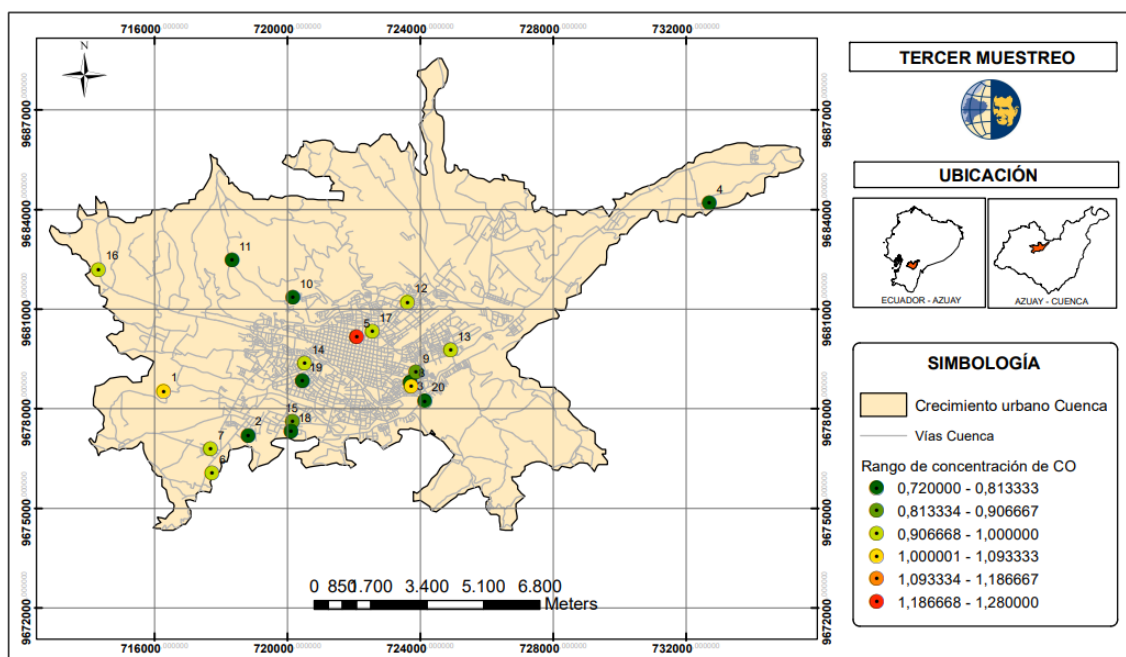
Fuente: Elaboración propia.

### 4.4.1 Mapas generados por el tercer, cuarto y quinto muestreo

En los mapas 5, 6 y 7 se muestra la concentración de CO presente en el tercer, cuarto y quinto muestreo que de la misma manera fueron realizados con el uso de la herramienta Sistema de Información Geográfica (SIG) en los cuales se puede observar el comportamiento del monóxido de carbono dividido en 6 clases con un rango de 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

A continuación, en el mapa 5 se puede observar que el valor máximo de emisiones de CO se encuentra en el punto 5 perteneciente a una vivienda situada en la parroquia El Sagrario, en tanto que los valores mínimos se encuentran en los puntos 2, 3, 4, 10, 11, 18, 19, 20 que pertenecen a viviendas ubicadas en las parroquias Yanuncay, Cañaribamba, Machángara, San Sebastián, San Sebastián, Yanuncay, Sucre y Monay respectivamente.

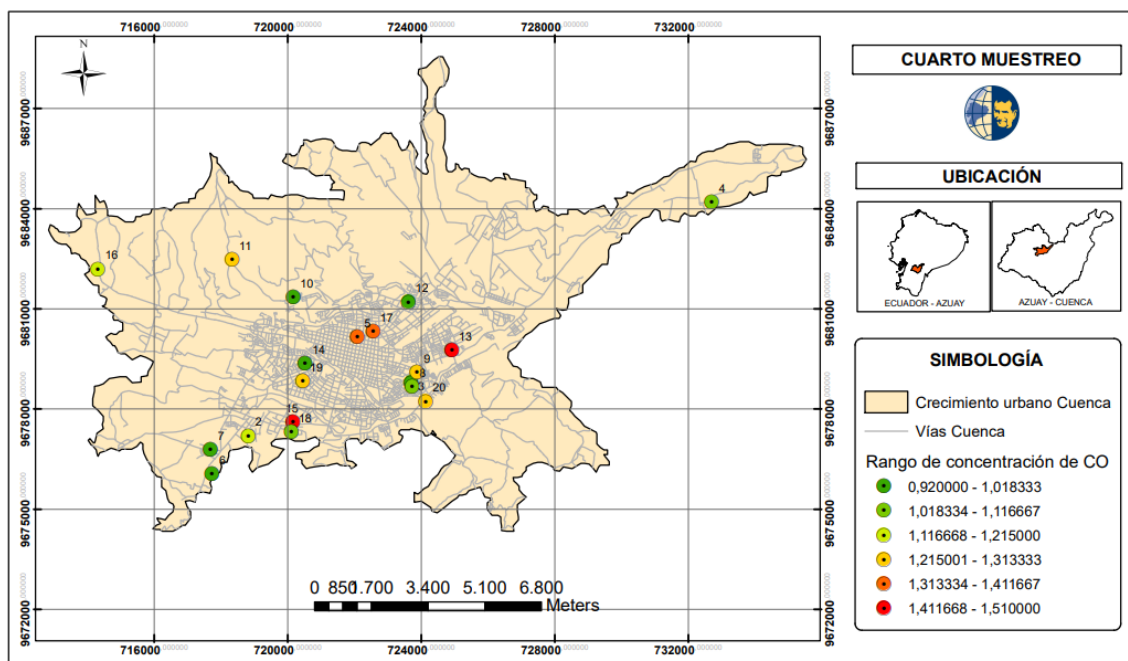
**Mapa 5 Concentración de CO presente en el tercer muestreo**



**Fuente:** Elaboración propia.

En el mapa 6 se puede observar que los valores máximos de emisiones de CO se encuentran en los puntos 13 y 15 que pertenecen a viviendas ubicadas en las parroquias Monay y Yanuncay respectivamente, mientras que los valores mínimos se encuentran en los puntos 3, 6, 7, 10, 12 y 14 pertenecientes a viviendas localizadas en las parroquias Cañaribamba, San Joaquín, Yanuncay, San Sebastián, El Vecino y Sucre respectivamente.

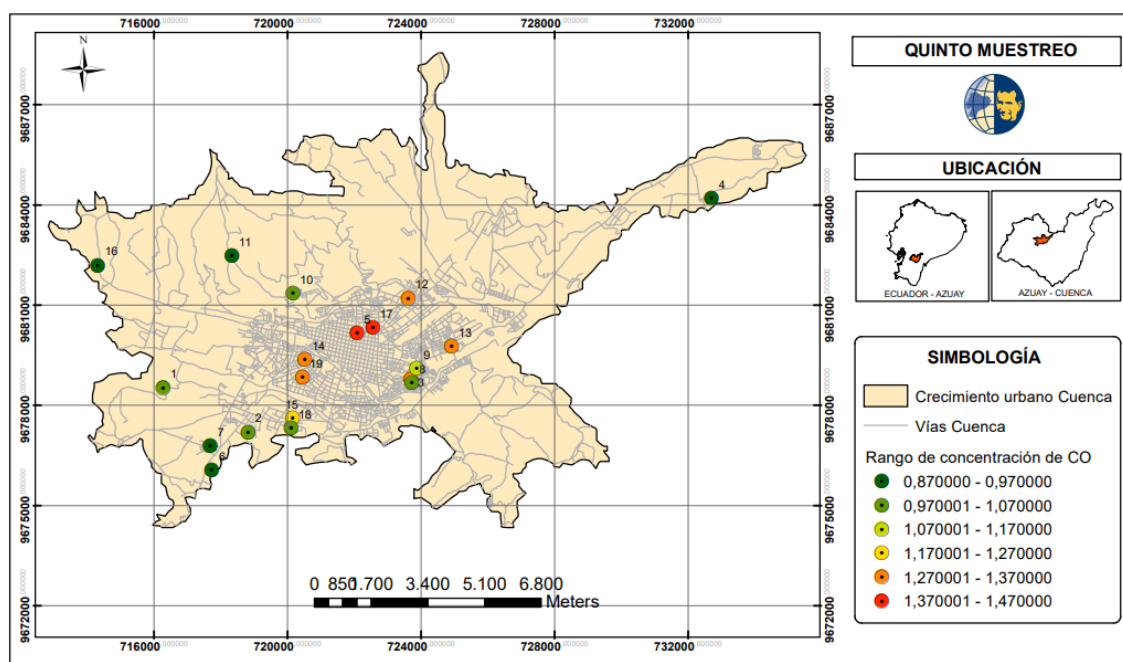
**Mapa 6 Concentración de CO presente en el cuarto muestreo**



**Fuente:** Elaboración propia.

En el mapa 7 se puede observar que los valores máximos de emisiones de CO se encuentran en los puntos 5 y 17 que pertenecen a viviendas ubicadas en las parroquias El Sagrario y El Vecino respectivamente, mientras que los valores mínimos se encuentran en los puntos 4, 6, 7, 11, 16, 20 pertenecientes a viviendas localizadas en las parroquias Machángara, San Joaquín, Yanuncay, San Sebastián y Monay respectivamente

**Mapa 7 Concentración de CO presente en el quinto muestreo**



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.2 Comparación entre los Mapas generados por el tercer, cuarto y quinto muestreo.

En los mapas 5, 6 y 7 se puede observar claramente la variación en la concentración de CO en el tercer, en el cuarto y en el quinto muestreo, donde se puede destacar que en el cuarto muestreo existe un incremento de CO en relación con el tercero. Si bien se mencionó con anterioridad que el quinto muestreo tiene un promedio menor al cuarto muestreo esto se debe principalmente a que ciertos lugares tienen un mejor sistema de ventilación que otros. Vale la pena mencionar que, algunos datos tienen un porcentaje mayor de monóxido de carbono, lo que se debe principalmente a que en el tiempo que se hizo la muestra, existió mayor presencia de contaminación, producida en mayor medida por el parque automotor e industrial de la ciudad.

#### 4.5 Propuestas de medidas de seguridad para reducir el riesgo de contaminación por CO en personas.

Existen diversas medidas de seguridad que pueden reducir el riesgo de contaminación de monóxido de carbono en las personas. De esta forma a continuación se

presentan diferentes medidas de seguridad para disminuir el riesgo de contaminación por CO en personas.

Así, en la tabla 9 se muestra una propuesta de medida de seguridad dirigida a la correcta instalación de chimeneas tanto tonto eléctricas como a gas.

**Tabla 9 Instalaciones con Profesionales**

INSTALACIONES CON PROFESIONALES
•Para las instalaciones tanto eléctricas como de gas, es preciso contar con profesionales certificados en estos campos, esto garantizará que los mecanismos sean manipulados acorde a las normas establecidas.
OBJETIVO
•Realizar de manera adecuada la instalación de los equipos.
INDICADOR DE GESTIÓN
•Certificados de los encargados de la instalación en conocimiento de sistemas de gas, electricos, entre otros.
COSTO DE LA CAPACITACIÓN
•50 dólares.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 10 se presenta una propuesta de medida de seguridad dirigida a la medición de monóxido de carbono post instalación de chimeneas para garantizar un correcto funcionamiento.

**Tabla 10 Uso de Equipos de medición**



### USO DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO

•Una vez realizada la instalación de la chimenea, es preciso realizar las mediciones de monóxido de carbono. El monóxido de carbono se produce principalmente por una inadecuada combustión del gas, por lo que en caso que se presente esta condición se debe realizar una regulación en el suministro de gas.

### OBJETIVO

•Analizar la calidad del aire mediante equipos que permitan la verificación de la instalación de las chimeneas.

### INDICADOR DE GESTIÓN

- Informe de resultados de monitoreo de CO.
  - a) % de la calidad del aire por encima del mínimo establecida por la "Organización Mundial de la Salud (OMS)".
  - b) % de monóxido de carbono por debajo de lo establecido por la "Organización Mundial de la Salud (OMS)".
  - c) 0% de emisiones de gas.

### COSTO DE MONITOREO

- 60 dólares.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 11 se da una propuesta de medida de seguridad dirigida al monitoreo permanente de monóxido de carbono con la instalación de detectores de CO en los hogares.

**Tabla 11 Detectores de monóxido de carbono**

<b>INSTALAR DETECTORES DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LOS HOGARES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como norma preventiva, se recomienda hacer uso de detectores de monóxido de carbono en los hogares, hay que recordar que el monóxido de carbono se puede producir por una inadecuada combustión tanto en chimeneas como en otros artefactos como calefones o cocinas a gas.</li> </ul>
<b>OBJETIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear de forma permanente la concentración de CO dentro del hogar a través de detectores de CO</li> </ul>
<b>INDICADOR DE GESTIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación de detectores de CO</li> <li>• Informe de monitoreo               <ul style="list-style-type: none"> <li>• a) % de la calidad del aire por encima del mínimo establecida por la "Organización Mundial de la Salud (OMS)"</li> <li>• b) % de monóxido de carbono por debajo de lo establecido por la "Organización Mundial de la Salud (OMS)"</li> <li>• c) 0% de emisiones de gas</li> </ul> </li> </ul>
<b>COSTO DE LOS EQUIPOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 250 dólares</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 12 se puede apreciar una propuesta de medida de seguridad dirigida a brindar un correcto mantenimiento a las chimeneas, garantizando el buen funcionamiento y prolongando su vida útil.

**Tabla 12 *Mantenimiento***

<b>BRINDAR MANTENIMIENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Realizar un adecuado mantenimiento de forma anual es recomendable, no solo en las chimeneas sino en todo aparato a gas, es preciso mencionar que pueden existir agentes externos que deterioren los equipos o desgasten los mismos debido a su utilización. Es por ello que realizar mantenimientos de manera anual es un mecanismo preventivo que garantiza el buen funcionamiento y prolonga la vida útil de los instrumentos.</li> </ul>
<b>OBJETIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Realizar un mantenimiento de los equipos (chimeneas, instalaciones de gas, entre otros) de manera anual</li> </ul>
<b>INDICADOR DE GESTIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Documento habilitante de revisión y mantenimiento</li> <li>•Sistemas de gas funcionando al 100%</li> <li>•Equipos electricos funcionando al 100%</li> </ul>
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•25 dólares</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

Una propuesta de medida de seguridad dirigida a dar una correcta circulación del aire interior instalando sistemas de ventilación que garanticen una buena calidad de aire se muestra en la tabla 13.

**Tabla 13 *Sistemas de ventilación***

<b>DISPONER DE SISTEMAS DE VENTILACIÓN</b>
••Tener una adecuada circulación del aire es fundamental para la buena salud de las personas, este factor es recomendable, ya sea que se haga uso de las chimeneas o no. El no tener una adecuada ventilación puede genera problemas de acumulación de monóxido de carbono o una disminución en el aire, este factor puede generarse por el número de personas dentro de espacios confinados.
<b>OBJETIVOS</b>
••Cumplir con los niveles de calidad del aire al interior establecidos por la OMS
<b>INDICADOR DE GESTIÓN</b>
••Informe de los niveles de calidad del aire establecidos por la OMS ••Contar con puertas o ventanas que permitan la adecuada circulación del aire
<b>INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE VENTILACIÓN</b>
••120 dólares

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 14 se muestra una propuesta de medida de seguridad dirigida a brindar capacitaciones sobre los peligros que genera una intoxicación por monóxido de carbono (CO) y cómo actuar si un individuo se ve afectado por inhalar este gas.

**Tabla 14 Capacitaciones sobre peligros por intoxicación**

CAPACITACIONES SOBRE LOS PELIGROS POR INTOXICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>•• A pesar que el monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro, este genera distintas alteraciones en el organismo, entre los síntomas más frecuentes se tiene a la sensación de sueño, sensación de vomito, perdida del equilibrio, perdida de fuerza, entre otros. Al sentir uno o cualquier síntoma se recomienda a las personas dirigirse a un lugar ventilado y pedir ayuda.</li> </ul>
OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>••Capacitar sobre los mecanismos preventivos en caso de intoxicación por monoxido de carbono.</li> </ul>
INDICADOR DE GESTIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>••Cumple con el proceso de inducción para el uso y mantenimiento de chimeneas</li> <li>••Evaluación de nivel de conocimineto.</li> </ul>
COSTO DE LA CAPACITACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>••30 dólares.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

## CAPÍTULO V

### 5 DISCUSIÓN

Los estudios realizados sobre la presencia de Monóxido de Carbono en interiores en nuestro país son escasos; sin embargo, se ha podido verificar lo siguiente:

- En este trabajo se aprecia que al realizar ventilación en la zona urbana de la ciudad de Cuenca la calidad del aire es distinta, siendo mayor la concentración de monóxido de carbono en los lugares céntricos y menores en la zona rural. Esto coincide con las investigaciones de Moreira (2018) y Bre (2013) que señalan que la ventilación es un factor determinante en lo que refiere a la calidad del aire, podría decirse que puede disminuir la concentración de CO en el interior, pero en realidad puede mezclar la masa de aire con la del exterior y modificar la calidad del interior.
- De igual manera en los resultados de este trabajo se evidencia que al momento de dar una ventilación natural como es abrir una ventana, existe un aumento en la concentración de CO en los muestreos realizados en viviendas situadas en parroquias céntricas como El Sagrario y El Vecino. Esto coincide con la “Guía de Ventilación en Aulas” planteada por CSIC-IDAEA (2020), sobre la apertura de ventanas con la consecuente introducción del aire exterior que puede conllevar un incremento de contaminantes procedentes del exterior en zonas urbanas donde existan mayores niveles de contaminación procedente de la combustión de automotores y de las emisiones de procesos industriales.
- Las concentraciones de CO obtenidas en este estudio se encuentran en rangos permitidos por ser las chimeneas instaladas adecuadamente y que derivan en la propuesta de contar con personal calificado para ello, lo que garantiza una apropiada manipulación tanto de equipos como de materiales, brindando así seguridad a los hogares que instalen algún tipo de chimenea, lo cual es corroborado por Tortorella & Laborde (2021), quienes señalan la importancia de contar con adecuadas instalaciones en las chimeneas para disminuir la incidencia de intoxicación por monóxido de carbono.

- Se ha podido verificar que el uso de hornillas a gas produce menor cantidad de monóxido de carbono que utilizar otro tipo de combustibles para la preparación de alimentos como es el caso del uso de leña (Ramos, 2017), pues en este estudio se aprecia que al cocinar los alimentos con uso de gas se obtiene una concentración de monóxido de carbono de  $0,026 \text{ mg/m}^3$  y con leña están establecidos valores cercanos a  $40 \text{ mg/m}^3$ , asegurando que el sistema a gas genera una cantidad considerablemente menor de CO en relación con los sistemas que usan leña.
- Se demuestra en este estudio la baja cantidad de CO que genera el uso de una chimenea de tipo Dommot, puesto que aumenta aproximadamente  $0,194 \text{ mg/m}^3$  la concentración con relación a una chimenea que no está en funcionamiento, esto coincide con lo planteado por Avendaño & Vega (2016) quienes realizaron una investigación en donde se hace uso de la tecnología domótica, siendo esta propuesta sumamente beneficiosa para el control de agentes contaminantes del aire, y que además emana bajas concentraciones de CO.
- Avendaño & Vega (2016) afirman también que los sensores utilizados por la tecnología domótica son sumamente efectivos al momento de detectar anomalías en el aire, siendo esta tecnología ampliamente funcional para el cuidado de los miembros del hogar, ya que en este estudio se exhibe que se puede contar con un monitoreo constante de CO al estar midiéndolo continuamente y apagándose la chimenea automáticamente en el caso de la detección de alguna anomalía.
- Parra (2017) en su artículo denominado “Efecto de fin de semana en la calidad del aire en la ciudad de Cuenca, Ecuador”, indica que la contaminación del aire, tiene una relación directa con la hora y día en la que se toma el muestreo, esto indica que se puede encontrar menores o mayores concentraciones de CO, de la misma forma en este estudio se considera que en ciertas horas del día se encuentran en la vivienda la mayor parte de las personas que lo integran, lo que genera el funcionamiento de hornillas de cocina para preparar sus alimentos, debido a lo cual se origina un aumento de  $0,3 \text{ mg/m}^3$  de CO en relación con la ausencia de personas en el hogar.
- Los resultados de esta investigación demuestran también que las concentraciones de CO monitoreadas en los diferentes hogares donde se puso en funcionamiento por un

par de horas las chimeneas Dommot, generan un promedio de 0,494 mg/m<sup>3</sup> incluyendo parámetros como la presencia del núcleo familiar y el uso de hornillas para preparar sus alimentos, afirmando que es bajo en comparación con lo establecido por la Guía de la Organización Mundial de la Salud para concentraciones de contaminantes en el interior OMS (2021), la cual exige desde el año 2010 un valor límite para CO de 10 mg/m<sup>3</sup> en un tiempo de exposición de 8 horas.



## CAPÍTULO VII

### 6 CONCLUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las emisiones de monóxido de carbono con el uso de chimeneas Dommot en la ciudad de Cuenca, por lo que se realizó una revisión bibliográfica sobre el uso de las chimeneas y los diversos riesgos que estas pudiesen generar, entre los cuales se destaca la contaminación por monóxido de carbono.

Se realizó un monitoreo de las concentraciones de monóxido de carbono en 20 puntos en donde se instalaron chimeneas a gas en la ciudad de Cuenca. En cada sitio se tomó un muestreo previo a la instalación y cuatro muestreos luego de permanecer en funcionamiento la chimenea durante dos horas con diferentes parámetros, lo cual sirvió para tener una referencia sobre la emisión en el aire interior y como este varía en función de diferentes circunstancias.

Como resultados en esta investigación se obtuvo que, luego de la instalación de 20 chimeneas se produjo un incremento de CO entre el muestreo uno y el muestreo dos de  $0,194 \text{ mg/m}^3$ , un incremento entre la segundo y tercer muestreo de  $0,026 \text{ mg/m}^3$ , un incremento entre la tercer y cuarto muestreo de  $0,274 \text{ mg/m}^3$ , y finalmente una disminución entre el cuarto y quinto muestreo de  $0,039 \text{ mg/m}^3$ .

Se demostró que el incremento de CO es mayor en el cuarto muestreo debido a factores como el funcionamiento de las chimeneas durante 2 horas, el encendido de 2 hornillas de cocina durante el mismo tiempo y la presencia de todos los integrantes del núcleo familiar en la habitación.

Se evidenció que en el quinto muestreo existe una disminución en la cantidad de CO con relación al cuarto muestreo, debido a la ventilación que genera la abertura de ventanas, pero cabe recalcar que los muestreos tomados en la parte céntrica de la ciudad de Cuenca generaron un aumento de CO al momento de brindar dicha ventilación.

Se valoraron los riesgos del monóxido de carbono y se establecieron medidas de seguridad tanto en la instalación como en el cotidiano. Vale la pena mencionar que el

monóxido de carbono es un agente, que puede estar en concentraciones elevadas en el medio ambiente lo cual puede ser letal para el individuo.

Dentro del análisis se puede dilucidar que la emisión de monóxido de carbono es nula en chimeneas eléctricas, mientras que el costo es mayor y el área de calentamiento es reducida, mientras que, con las chimeneas de gas, las emisiones de monóxido de carbono son bajas, pero estas deben de estar sujetas a un adecuado mantenimiento, por otra parte, que la capacidad calórica es mucho mayor. En relación a las chimeneas de leña, el costo es mucho menor, pero esta genera una fuerte contaminación ambiental y la exposición al mismo puede generar daños irreparables a la salud.

Se puede concluir, además, que las emisiones generadas por las chimeneas Dommot no generan altas concentraciones de CO por lo que son seguras para la salud humana y se encuentran muy por debajo de los valores establecidos por la Organización Mundial de la Salud para concentraciones de contaminantes en el interior.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, G., & Cerreño, C. (2019). La contaminación del aire, una historia para reflexionar. *HistoriAgenda*, 4(41), 112-120.
- Álvarez, B., & Boso, Á. (2018). Representaciones sociales de la contaminación del aire y las estufas de leña en diferentes niveles socioeconómicos de la ciudad de Temuco, Chile. . *Revista internacional de contaminación ambiental*, 34(3), 527-5.
- Amable Álvarez, I., & Méndez Martínez, J. (2017). Influencia de los contaminantes atmosféricos sobre la salud. . *Revista médica electrónica*, 39(5), 1160-1170.
- Amable, J. (2017). Influencia de los contaminantes atmosféricos sobre la salud. *Revista médica electrónica*, 39(5), 1160-1170.
- Antolini, L. (2016). *Guía de prevención, diagnóstico, tratamiento y vigilancia epidemiológica de las intoxicaciones por monóxido de carbono.- Segunda edición.- Ministerio de Salud de la Nación. Programa Nacional de Prevención y Control de las Intoxicaciones*. Buenos Aires: Susana Isabel García.
- Avendaño, D. H., & Vega, G. E. (2016). Sistema de seguridad de servicios domiciliarios en hogares. *Revista de investigación #ashtag*, 31-41.
- Beretta, M. (2019). Scienza e rivoluzione: Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794). . *Scienza e rivoluzione*, 1-279.
- Bolaños, P., & Chacón, C. (2017). Intoxicación por monóxido de carbono. *Medicina Legal de Costa Rica*, 34(1), 137-146.
- Borges, R., & Chou, A. (2021). Análisis energético para el aprovechamiento de biomásas en el proceso de combustión. . *Revista Cubana de Ingeniería*, 12(2).
- Bre, F. (2013). Hacia una herramienta basada en la nube para simular la ventilación natural en edificios: predicción de los coeficientes de presión. *Internacional*

- Building Performance Simulation Association / Argentina - Brasil – Chile*, (1)1-13.
- Cáceres-Sánchez, L., Coca-Salazar, A., & Boitrelle, F. (2018). Origen temprano de las enfermedades: evidencias de la relación entre la exposición in útero a contaminantes atmosféricos y la salud post-natal. *Acta Nova*, 8(3), 290-306.
- Convención Macro sobre el Cambio Climático. (2015). Aprobación del Acuerdo de París. 1 y 2.
- Coronel, C., & Marzo, N. (2017). La promoción de salud para la creación de entornos saludables en América Latina y el Caribe. . *Medisan*, 21(12), 3415-3423.
- Cristóbal, J. H., Herán, I. S., Monteiro, G. C., Margarit, B. P., & Celi, J. C. (2019). Patología neurológica en las metabolopatías sistémicas y endocrinas. *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 12(77), 4550-4558.
- CSIC-IDAEA, M. d. (2020). Guía para ventilación en aulas. *Instituto de Diagnostico Ambiental y Estudios del Agua, IDAEA-CSIC Mesura*. Valencia.
- De la Rubio, M. (2020). *Reformadísimo, solo Reformas Integrales en Madrid*. Obtenido de <https://www.reformadisimo.es/blog/tipos-de-chimeneas-de-lena-de-interior-hogar-acogedor/>
- Deutsche Welle. (2020). *Made for minds*. Obtenido de [www.dw.com/: https://www.dw.com/es/cinco-muertos-en-ecuador-por-inhalar-mon%C3%B3xido-de-carbono-en-confinamiento/a-53474709](https://www.dw.com/es/cinco-muertos-en-ecuador-por-inhalar-mon%C3%B3xido-de-carbono-en-confinamiento/a-53474709)
- Egas, C., Naulin, P. I., & Préndez, M. (2018). Contaminación urbana por material particulado y su efecto sobre las características morfo-anatómicas de cuatro especies arbóreas de Santiago de Chile. *Información tecnológica*, 29(4), 111-118.
- EMOV. (2017). *Informe de calidad Aire Cuenca..*
- EMOV. (2020). *Informe de calidad Aire*. Cuenca.

- Fuentes, J. G., & Barly, L. P. (2019). Intoxicación por monóxido de carbono. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 48(2), 245-251.
- Fuentes, M. D., & González, M. D. (2018). Intoxicación por monóxido de carbono y el tratamiento con oxígeno hiperbálico. *Retel*, (1) 1-14.
- Giannuzzi, L. (2018). Principios generales de la toxicología. En L. Giannuzzi, *Toxicología General y Aplicada* (pág. 9). Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Exactas.
- Guirola, J., & Pérez, L. (2018). Intoxicación por monóxido de carbono. . *Presentación de un caso. Revista Médica Electrónica*, 40(3), 815-820.
- Jerves, R., & Armijos, F. (2016). Análisis y revisión de la red de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida* vol. 23(1), 31-32.
- Marimar. (2020). *elblogverde.com*. Obtenido de *elblogverde.com*: <https://elblogverde.com/chimeneas-bioetanol/>
- Matus, P. (2017). Contaminación atmosférica: la composición química incide en su riesgo. *Revista médica de Chile*, 145(1), 7-8.
- Melgarejo-Pomar, I. G., Gómez-Mendivil, J. S., & Torrez-Colmena, L. (2020). Estrés oxidativo por humo de leña en mujeres nativas de gran altura-3850 msnm. *Horizonte Médico (Lima)*, 20(1), 61-68.
- Mellado, D. (2020). *Estudio de zonas críticas de emisión con modelos de receptores en regiones urbanas con entornos industrializado*. De la Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Mendoza, M. Á., Mejía, A., & Quintana, L. (2017). Deseconomías de aglomeración, contaminación y sus efectos en la salud de la Zona Metropolitana del Valle de México: Un análisis con econometría espacial. *Atlantic Review of Economics*, (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).
- Moreira, A., & Romero, F. (2018). Contaminación del aire en el medio ambiente por las emisiones de gases tóxicos de empresas industriales en Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 3(7), 299-306.
- Moreno, A. &. (2020). La concentración de partículas en el aire: análisis estadístico de la relación espacial entre medidas de superficie y del sensor MODIS para dos tipos de tiempo en la Comunidad de Madrid. *Investigaciones geográficas*, (73), 189-209.
- OMS. (2021). *Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire*.
- Organización Mundial de la Salud. (22 de 9 de 2021). *IQAir*. Obtenido de <https://www.iqair.com/es/blog/air-quality/2021-WHO-air-quality-guidelines>
- Paez, J. L., Cusin, J. F., Jiménez, W. H., & Chicaiza, D. I. (2019). Intoxicación por monóxido de carbono, presentación atípica: reporte de un caso. Pro Sciences. *Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 3(19), 1-4.
- Parra, A. Q., & Orozco, J. A. (2005). Monitoreo de material particulado-fraccion respirable (PM 2.5) en Pamplona (Colombia). *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 3(2), 1-11.
- Parra, R. (2017). Efecto Fin de Semana en la calidad del aire de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 9(15).
- Peña Murillo, S. E. (2018). Impact of atmospheric contamination in two main cities of Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(2), 289-293. Epub 02 de febrero de 2018.
- Pérez Torres, F. J. (2016). Medio ambiente, bienes ambientales y métodos de valoración. *Equidad y desarrollo*, 1(25), 119-158.

- Planas, O. (2021). *Chimeneas eléctricas*. Obtenido de <https://energia-nuclear.net/energia/energia-electrica/ejemplos/chimenea-electrica>
- Pose, D., Fernández, D., Tortorella, M., De Ben, S., & Burger, M. (2009). *Intoxicaciones mas frecuentes en Pedriatría. En Bello O, Sehabigue G, Prego J, de Leonardis D. Pediatría. Urgencias y Emergencias*. Montevideo.
- Ramos, A. (2017). Enfermedades respiratorias relacionadas con el uso de fogones de leña. *Tlamati*, 1-6.
- Repsa, S. (2019). Plan de mitigación y reduccción de las emisiones de gases efecto invernadero . *Portal*, 7, 08.
- Ricárdez, J. D., & Villegas, E. M. (2018). Calidad del aire en la cafetería principal de la división académica de ciencias biológicas-UJAT. *Kuxulkab*, 24(50), 05-13.
- Rivas, B. (2019). La contaminación del aire atmosférico en la respuesta inmune innata antimicobaterianan . *Saludiciencia*, (23) 420-427.
- Rodríguez, L. A., Sierra, R. J., & Blanco, L. C. (2020). Análisis espacial de las concentraciones de PM25 en Bogotá según los valores de las guías de la calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud para enfermedades cardiopulmonares. *Biomédica*, 40(1), 137-152.
- Rodríguez, O. C. (2017). Contingencia ambiental de Medellín: Una oportunidad para mejorar la calidad del aire en Colombia. *Revista Universidad EAFIT*, 52(170), 44-55.
- Rojas, N. Y. (2004). revisión de las emisiones de material particulado por la cumbustión de diesel y biodiesel. *Revista de ingeniería*,, (20), 58-68.
- Sivanandamoorthy, S., & Meng, P. H. (2018). Intoxicación por monóxido de carbono. *EMC-Anestesia-Reanimación*, . 44(3), 1-9.

- Suárez, L., Álvarez, D., Bendeزú, Y., & Pomalaya, J. (2017). Caracterización química del material particulado atmosférico del centro urbano de Huancayo, Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(2), 187-199.
- Tortorella, M. N., & Laborde, A. (2021). Escenarios de exposición a monóxido de carbono que orientan la sospecha clínica de intoxicación aguda. *Revista Médica del Uruguay*, 37(2).
- Ubilla, C., & Yohannessen, K. (2017). Contaminación atmosférica efectos en la salud respiratoria en el niño. . *Revista Médica Clínica Las Condes*, 28(1), 111-118.
- WHO. (2016). *Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*. Obtenido de <https://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/>

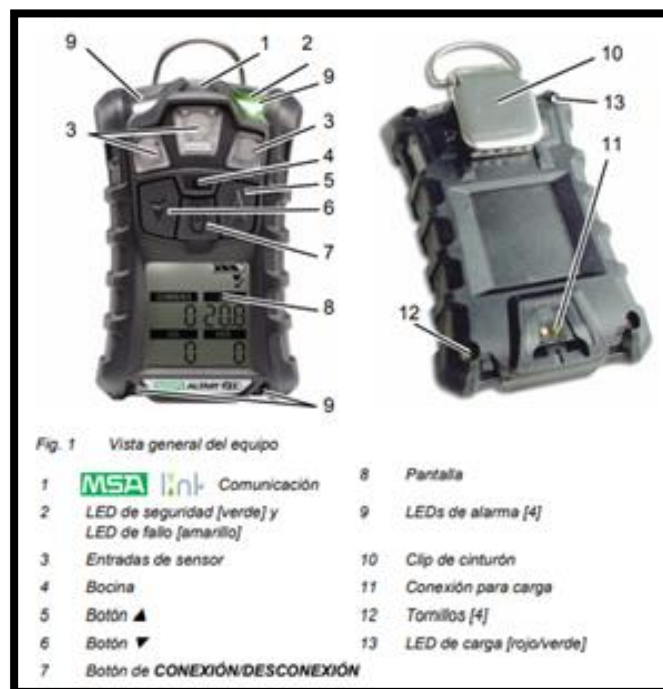


## 8 ANEXOS

### *Anexo 1 Altair 4X*



**Fuente:** (Berlín, 2010).



Fuente: (Berlín, 2010).



Fuente: Elaboración Propia.

## *Anexo 2 Instalación de la chimenea*



**Fuente:** Elaboración Propia.



**Fuente:** Elaboración Propia.

***Anexo 3 Chimenea en funcionamiento y una ventana abierta en la habitación***



**Fuente:** Elaboración Propia.

***Anexo 4 Dos hornillas encendidas en la cocina***



**Fuente:** Elaboración Propia.