UIDE

Powered by
Arizona State University

ING. AUTOMOTRIZ

Trabajo integración Curricular previa a la obtención del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz

AUTORES:

Jeremy Campoverde

Manuel Gonzalez

TUTOR:

Ing. Fabricio Corrales

Estudio de la influencia de los sistemas de recirculación de aire y concentración de CO2 en habitáculo vehicular

Certificación o acuerdo de Confidencialidad

Nosotros, Jeremy Campoverde y Manuel González, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Firmado electrónicamente por:
JEREMY XAVIER CAMPOVERDE YELA
Validar únicamente con FirmaEC

NOMBRE 1

Firmado electrónicamente por:
MANUEL FELIPE GONZALEZ GOMEZ
Validar únicamente con FirmaEC

NOMBRE 2

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Luis Fabricio Corrales Zurita**, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Firmado electrónicamente por:
LUIS FABRICIO
CORRALES ZURITA
Validar únicamente con FirmaEC

_____

Firma profesor

Dedicatoria

Jeremy Campoverde

A mi Dios, te dedico esta tesis a ti, Señor, cuyo amor y fortaleza han sido vital en cada paso de mi vida. Tu guía y tu constante presencia ha sido importantes en este logro.

A mi Abuelita, la persona que me enseñó que un cuaderno impecable dice mucho de quien lo escribe. Cada página de esta tesis va en tu nombre. Físicamente ya no estás, pero tu legado vive en mi ser. Te extraño como no tienes idea, gracias por hacerme la persona que soy hoy. Cómo desearía que pudieras verme hecho todo un ingeniero, reflejando un pedacito de ti.

A mi papá, mi mayor ejemplo, tu apoyo ha sido fundamental en este viaje. Gracias por ser ese hombre tan trabajador, que con tanto sacrificio y dedicación he logrado alcanzar mis metas. Este logro es de los dos.

A mi mamá, mujer valiente, tu amor y tu apoyo incondicional son base del hombre que soy hoy en día, gracias por ser mi luz y mi guía en cada paso que doy, si volviese a nacer te elegiría otra vez como mi mamá.

A mi compañera, Soledad, gracias por acompañarme en este capítulo de mi vida, espero que este logro sea uno de muchos que puedan celebrar de tu mano. Agradezco a Dios por haberte puesto en mi camino, llegaste en el momento que más te necesitaba, anhelo construir mi vida contigo y cumplir todos los sueños que tenemos, te amo.

A mi hermano Kaleb, gracias por tu amor, este logro también es para ti, por la lealtad que me demuestras día a día.

Dedicatoria

Manuel González

A mi padre, quien ha sido mi guía a lo largo de este camino. Su apoyo incondicional, sus palabras de aliento, y su ejemplo de esfuerzo y dedicación han sido fundamentales para llegar hasta aquí. Gracias por estar siempre a mi lado y por enseñarme que con trabajo duro todo es posible. Que con su papel de madre y padre me ha enseñado que las cosas se logran con perseverancia y trabajo duro, que nadie te regala las casas en la vida.

A mi hermano, mi compañero de vida y de sueños. Gracias por ser mi amigo, por comprenderme en los momentos difíciles, y por compartir conmigo este viaje. Tu apoyo y tu fe en mí han sido una fuente constante de motivación. Y gracias a la valentía que has demostrado en tu camino que te tiene lejos de mí siempre has estado de mi lado y has sabido apoyarme en todo momento sin faltar a nuestra confianza y nuestras metas juntos.

A mi madre, que desde el cielo ha velado por mí. Aunque no estés físicamente aquí, siento tu presencia en cada paso que doy. Este logro es también tuyo, porque tus enseñanzas y tu amor perduran en mí. Gracias, mamá, por ser mi luz y mi fuerza, el alma en cada paso y la “verraquera” en cada momento que me siento hundido y darme la mano y enseñarme el camino que debo seguir, aunque esté lleno de obstáculos.

Agradecimiento

Jeremy Campoverde

En la culminación de mi tesis, quiero agradecer a todas esas personas que han estado conmigo a lo largo de este camino.

A mis papás, no hay palabras para expresar el inmenso amor que les tengo, su apoyo incondicional ha sido crucial para poder llegar a ser la persona que soy hoy en día, gracias por todos los valores y por la fe en mí. Los amo mis viejos.

A mi, abuelita, por cada abrazo, cada consejo y cada momento lleno de amor. Aunque ya no estés, tu bondad y tu fuerza siguen guiando mi vida. Te llevo siempre conmigo.

A Soledad, mi vida, por tu paciencia y apoyo durante este proceso, por ser mi refugio y mi motor para poder seguir adelante, me esforzare cada día para ser el mejor y darte la vida que te mereces. Gracias por estar a mi lado, por seguirme en cada locura y sobre todo por creer en mi cuando yo mismo dudaba.

A mis, abuelitos Luis y Glenda, por ser ejemplo de cariño, sabiduría y fortaleza en mi vida.

A los ingenieros Andrés Castillo y Fabricio Corrales, su pasión por la ingeniería han sido fundamental en mi formación. Gracias por ser excelentes maestros, y moldear mi amor por esta carrera.

A mi mejor amigo Mateo Castillo, por tu lealtad a lo largo de los años, realmente eres una bendición, no muchos tienen la suerte de tener una amistad como la tuya, gracias por estar siempre para mí.

A mis tías Denisse y Sarai, su presencia en mí vida ha sido un regalo de Dios, gracias por su amor y estar siempre que los necesito.

A mi compañero de tesis Manuel González, gracias por tu responsabilidad y ganas, realmente ha sido un placer trabajar juntos.

A todos ustedes, les doy gracias, este logro no hubiese sido posible sin cada uno de ustedes, los quiero.

Agradecimiento

Manuel González

José González, por ser mi mayor fuente de inspiración y apoyo incondicional. Tus consejos y sacrificios han sido fundamentales en cada paso de este camino.

A mi madre, Marisol Gómez, quien desde el cielo me ha guiado y protegido. Tu amor y tus enseñanzas siguen vivos en mi corazón, y este logro es también un reflejo de todo lo que me enseñaste.

A mi hermano, Miguel González, por ser mi compañero en esta travesía. Tu apoyo constante y tus palabras de aliento han sido una motivación esencial para seguir adelante.

A mi tutor, Fabricio Corrales, por su sabiduría, paciencia, y guía durante todo el proceso de este documento. Sus consejos y conocimientos han sido invaluables para alcanzar este objetivo.

Al decano, Andrés Castillo, por creer en mí y brindarme las oportunidades necesarias para crecer tanto académica como personalmente.

A mi compañero de tesis, Jeremy Campoverde, por su dedicación, trabajo en equipo, y amistad. Juntos hemos superado desafíos y alcanzado nuestras metas.

Finalmente, a todos aquellos que de una u otra forma han estado a mi lado, brindándome su apoyo y confianza, mi más sincero agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin ustedes.

Índice de contenido

CERTIFICACIÓN O ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD ..... **II**

APROBACIÓN DEL TUTOR ..... **III**

DEDICATORIA ..... **IV**

DEDICATORIA ..... **V**

AGRADECIMIENTO ..... **VI**

AGRADECIMIENTO ..... **VII**

ÍNDICE DE CONTENIDO ..... **VIII**

RESUMEN **14**

ABSTRACT **15**

INTRODUCCIÓN **16**

MARCO TEÓRICO **18**

Características de los Contaminantes 20

Efectos sobre la Salud. 21

Calidad del aire de la cabina del vehículo 22

MATERIALES Y MÉTODOS **23**

Diseño del Estudio 23

Figura 1 ..... *25*

Figura 2 ..... *27*

Condiciones de las Pruebas 27

Parámetros Establecidos *30*

Aumento de CO_2 en el Habitáculo Vehicular 31

Figura 3 ..... *31*

Concentraciones de CO_2 en Relación con los Límites de la OMS 31

Figura 4 ..... *32*

Implicaciones para la Salud de los Ocupantes 32

Efectos de la Recirculación de Aire en la Acumulación de Contaminantes 32

Comparación de Contaminantes Según Condiciones de Uso del Aire 33

Prueba Realizada con un automóvil M1: *33*

Cálculo del Caudal de Aire *33*

Recomendaciones para Usuarios de Vehículos 38

CONCLUSIONES **39**

BIBLIOGRAFÍA **40**

ANEXOS **43**

ANEXO 1 43

Manual de usuario Temtop Monitor Integral de Calidad del Aire *43*

FUENTE: (TEMTOP, 2022) 52

ANEXO 2 56

Manual de Usuario BTMETER - Anemómetro de Mano, Serie BT-100 ..... *56*

ANEXO 3 60

Informe de Calibración del Medidor de Calidad del Aire Temtop *60*

ANEXO 4 66

Informe de Calibración del Anemómetro BTMETER BT-100 ..... *66*

ANEXOS FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 72

ANEXO 3 72

Resultado de la práctica con 0 personas y 0 de potencia en la ventilación VW POLO. *72*

ANEXO 5 72

Resultado de la práctica con 1 personas y 0 de potencia en la ventilación VW POLO. *72*

ANEXO 6 73

Resultado de la práctica con 2 personas y 0 de potencia en la ventilación VW POLO. *73*

ANEXO 7 73

Resultado de la práctica con 0 personas y 1 de potencia en la ventilación VW POLO. *73*

ANEXO 8 74

Resultado de la práctica con 1 personas y 1 de potencia en la ventilación VW POLO. *74*

ANEXO 9 74

Resultado de la práctica con 2 personas y 1 de potencia en la ventilación VW POLO. *74*

ANEXO 10 75

Resultado de la práctica con 0 personas y 2 de potencia en la ventilación VW POLO. *75*

ANEXO 11 75

Resultado de la práctica con 1 personas y 2 de potencia en la ventilación VW POLO. *75*

ANEXO 12 76

Resultado de la práctica con 2 personas y 2 de potencia en la ventilación VW POLO. *76*

ANEXO 13 76

Resultado de la práctica con 0 personas y 0 de potencia en la ventilación Mazda 3. ..... *76*

ANEXO 14 77

Resultado de la práctica con 0 personas y 1 de potencia en la ventilación Mazda 3. ..... *77*

ANEXO 15 77

Resultado de la práctica con 0 personas y 2 de potencia en la ventilación Mazda 3. ..... *77*

ANEXO 16 78

Resultado de la práctica con 1 personas y 0 de potencia en la ventilación Mazda 3. 78

ANEXO 17 78

Resultado de la práctica con 1 personas y 1 de potencia en la ventilación Mazda 3. 78

ANEXO 18 79

Resultado de la práctica con 1 personas y 2 de potencia en la ventilación Mazda 3. 79

ANEXO 19 79

Resultado de la práctica con 0 personas y 2 de potencia en la ventilación Mazda 3. 79

ANEXO 20 80

Resultado de la práctica con 1 personas y 2 de potencia en la ventilación Mazda 3. 80

ANEXO 21 80

Resultado de la práctica con 2 personas y 2 de potencia en la ventilación Mazda 3. 80

ANEXO 25 81

Captura de Google maps de la ubicación donde fueron realizadas las pruebas, esta indica la elevación respecto al nivel del mar. (2700 m.s.n.m) 81

TABLA 1 81

Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 0 personas y 0 potencia de ventilación VW Polo. 81

TABLA 2 82

Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 1 persona y 0 potencia de ventilación VW Polo. 82

TABLA 3 82

Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 2 personas y 0 potencia de ventilación VW Polo. 82

TABLA 4 83

Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 0 personas y 1 de potencia de ventilación VW Polo. 83

TABLA 5 83

Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 1 persona y 1 de potencia de ventilación VW Polo. 83

TABLA 6 84

Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 2 personas y 1 de potencia de ventilación VW Polo. 84

TABLA 7 84

Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 0 personas y 2 potencia de ventilación VW Polo. 84

TABLA 8 85

Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 1 personas y 2 de potencia de ventilación VW Polo. 85

TABLA 9 85
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 2 personas y 2 de potencia de ventilación VW Polo. *85*
TABLA 10 86
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 0 personas y 0 de potencia de ventilación Mazda 3. ..... *86*
TABLA11 86
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 1 personas y 0 de potencia de ventilación Mazda 3. ..... *86*
TABLA 12 87
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 2 personas y 0 de potencia de ventilación Mazda 3. ..... *87*
TABLA 13 87
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 0 personas y 1 de potencia de ventilación Mazda 3. ..... *87*
TABLA 14 88
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 1 personas y 1 de potencia de ventilación Mazda 3. ..... *88*
TABLA 15 88
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 2 personas y 1 de potencia de ventilación Mazda 3. ..... *88*
TABLA 16 89
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 0 personas y 2 de potencia de ventilación Mazda 3. ..... *89*
TABLA 17 89
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 1 personas y 2 de potencia de ventilación Mazda 3. ..... *89*
TABLA 18 90
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 2 personas y 2 de potencia de ventilación Mazda 3. ..... *90*
TABLA 19 90
Comparación entre CO2 en función del tiempo del VW Polo. *90*
TABLA 20 91
Comparación entre CO2 en función del tiempo del VW Polo. *91*
TABLA 21 91
Comparación entre CO2 en función del tiempo del VW Polo. *91*
TABLA 22 92
Comparación entre CO2 en función del tiempo del Mazda 3. ..... *92*

TABLA 23 92
Comparación entre CO2 en función del tiempo del Mazda 3. 92
TABLA 24 93
Comparación entre CO2 en función del tiempo del Mazda 3. 93

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AIRE Y CONCENTRACIÓN DE CO2 EN EL HABITÁCULO VEHICULAR.

Ing. Fabricio Corrales. MSc, Jeremy Campoverde [2], Manuel Gonzalez[3].

Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, caoquendoal@internacional.edu.ec, Quito – Ecuador

[2] Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, jecampoverey@uide.edu.ec, Quito - Ecuador

[3] Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, mangonzalezgo@uide.edu.ec, Quito - Ecuador

RESUMEN

Introducción: El presente artículo tiene como objetivo analizar el impacto de la acumulación de dióxido de carbono (CO2) en el interior de un vehículo con las ventanas cerradas y el sistema de recirculación de aire activado. Se analizan dos vehículos M1 (vehículos de motor con hasta 8 plazas de asientos) en un entorno urbano en la Armenia, Valle de los Chillos, Quito, Ecuador. La acumulación de CO2 en estos escenarios puede afectar significativamente la calidad del aire y el confort de los ocupantes. **Metodología:** Se empleó un enfoque cuantitativo experimental para evaluar los niveles de CO2 en el interior de un vehículo, considerando diversas condiciones operativas. Para ello, se utilizó un detector de CO2 y un anemómetro para registrar las concentraciones y la distribución del aire. Las pruebas y mediciones se realizaron en base a la influencia de la ventilación del vehículo (con ventanas abiertas, cerradas y con el sistema de aire acondicionado activado en distintos niveles). **Resultados:** Los datos mostraron variaciones en los niveles de CO2 en función de la ocupación del vehículo, pruebas con duración de 30 minutos y las condiciones externas. Se documentaron concentraciones máximas de CO2 de hasta 4487 ppm en condiciones de recirculación de aire y temperaturas superiores a 21.9 °C, mientras que, con ventilación activa, los niveles se redujeron a 329 ppm. Las pruebas verificaron que los ajustes en la velocidad del aire y la configuración del sistema de ventilación impactan de manera significativa en la distribución del CO2 dentro del habitáculo, constatándose reducciones de hasta 92.7% en situaciones con una mayor renovación de aire. **Conclusión:** Los resultados demuestran que, en situaciones de recirculación de aire, los niveles de CO2 pueden incrementarse hasta de 4158 ppm en un intervalo de 138.6 ppm/minuto, lo cual puede impactar la concentración y el confort de los ocupantes.

Palabras clave: Dióxido de carbono, calidad del aire, recirculación de aire, ventilación de vehículos, impacto en la salud.

ABSTRACT

Introduction: This article aims to analyze the impact of carbon dioxide (CO2) accumulation inside a vehicle with the windows closed and the air recirculation system activated. Two M1 vehicles are analyzed in an urban environment in Armenia, Valle de los Chillos, Quito, Ecuador. CO2 accumulation in these scenarios can significantly affect air quality and occupant comfort. **Methodology**: A quantitative experimental approach was used to evaluate CO2 levels inside a vehicle, considering various operating conditions. For this purpose, a CO2 detector and an anemometer were used to record concentrations and air distribution. Tests and measurements were performed based on the influence of vehicle ventilation (with windows open, closed, and with the air conditioning system activated at different levels). **Results**: The data showed variations in CO2 levels depending on vehicle occupancy, 30-minute test durations, and external conditions. Maximum CO2 concentrations of up to 4487 ppm were documented under air recirculation conditions and temperatures above 21.9°C, while with active ventilation, levels were reduced to 329 ppm. Tests verified that adjustments in air velocity and ventilation system settings significantly impact CO2 distribution within the passenger compartment, with reductions of up to 92.7% being observed in situations with increased air exchange. **Conclusion**: The results demonstrate that, under air recirculation conditions, CO2 levels can increase by up to 4158 ppm within a range of 138.6 ppm/minute, which can impact occupant concentration and comfort. **Keywords**: Carbon dioxide, air quality, air recirculation, vehicle ventilation, health impact.

Introducción

Durante los últimos 50 años hemos visto un aumento de la población con un mayor nivel de vida, seguido de un mayor número de plantas para la generación de electricidad y calor y una demanda cada vez mayor de transportes, en gran medida basados en combustibles fósiles. Esto ha dado lugar a la aparición de problemas de calidad del aire, que han recibido una atención creciente debido a los diversos efectos potenciales sobre la salud humana. Algunos ejemplos son las alergias, la irritación, la inflamación, la toxicidad y el cáncer (OMS, 2021).

En la ciudad de Quito, la utilización excesiva de vehículos ha originado a un incremento en la concentración de partículas contaminantes en el medioambiente exterior y en el interior de los autos, lo cual afecta de manera directa la salud y la comodidad de quienes lo ocupan. A medida que el tráfico vehicular se intensifica, surge una preocupación específica sobre la acumulación de dióxido de carbono (CO2) en el habitáculo de los automóviles, especialmente cuando los sistemas de recirculación de aire están apagados y las ventanas permanecen cerradas (bbva, 2024).

En estas condiciones, el CO2 y otros contaminantes pueden alcanzar niveles elevados debido a la falta de renovación del aire. Esto no solamente personifica un inconveniente en la seguridad para los conductores y pasajeros, sino que además muestra riesgos para la salubridad, puesto que la exposición larga de altos grados de CO2, pudiendo generar signos como los mareos, las fatigas y perdida de concentración, elementos que perturban de forma directa el rendimiento y potencial de los conductores (Bruce Johnson, s.f.)

El presente estudio tiene como objetivo analizar en profundidad los efectos de los sistemas de recirculación de aire sobre la concentración de CO2, PM2.5 y PM10 dentro del interior de los vehículos, considerando factores como el número de ocupantes, y las condiciones ambientales propias de Quito. En esta ciudad, elementos como la altitud, la elevada densidad de emisiones vehiculares y las variaciones climáticas tienen una influencia directa en la calidad del aire. PM10 y PM2.5 se refieren a diferentes tamaños de partículas en suspensión, las

cuales son contaminantes presentes tanto en el ambiente exterior como en espacios cerrados. PM10 comprende partículas con un diámetro aerodinámico menor a 10 micrómetros (μm), que, aunque inhalables, generalmente son retenidas por los cilios y la mucosidad en las vías respiratorias superiores, reduciendo su impacto en la salud en comparación con PM2.5. Este último, por su parte, representa partículas aún más finas con un diámetro menor a 2.5 μm, capaces de penetrar profundamente en los pulmones e incluso alcanzar el torrente sanguíneo, lo cual incrementa significativamente los riesgos para la salud, incluyendo enfermedades respiratorias, cardiovasculares e incluso cáncer. Mediante equipos especializados que permiten la detección en tiempo real de estos contaminantes, es posible evaluar la eficacia de los sistemas de ventilación y recirculación de aire en los vehículos, proporcionando información valiosa para comprender la exposición a estas partículas y sus consecuencias en el bienestar de los ocupantes según lo subrayado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2019).

El estudio considera que, en un contexto cerrado del auto, dichas sustancias pueden lograr concentraciones que podrían afectar la salud respiratoria de las personas que ocupan el auto, incrementando el riesgo de posibles enfermedades con el transcurso del tiempo.

La presente investigación explora las posibilidades de brindar opciones para solucionar o mitigar la aglomeración de CO2 y otros elementos que contaminan, diagnosticando opciones alternas que favorezcan la mejora de los sistemas de recirculación y ventilación sin menoscabar el consumo de combustible o la facilidad de los integrantes que ocupan el vehículo. En un medioambiente en el que se indaga sobre las experiencias sostenibles, este principio es fundamental, puesto que un sistema ventilado optimo no solamente fomenta una mejora en la eficacia del aire, además, que favorece a la minimización de emisiones contaminantes y la eficiencia energética. De esta forma, el contexto se ordena con los propósitos de la sostenibilidad, suscitando soluciones que minimicen la huella en el ambiente que mejoran el confort y la seguridad de los integrantes del vehículo.

La relevancia de esta investigación radica en su contribución a una comprensión más profunda de los riesgos asociados con la calidad del aire en los interiores vehiculares y en el desarrollo de recomendaciones prácticas para minimizar esos riesgos. Por medio de un examen minucioso y del desarrollo de elementos correctivos, este análisis procura manifestar instrumentos para que los integrantes de los vehículos en Quito puedan aprovechar de una práctica de conducción segura y saludable, al tiempo que provoca la protección de habilidades responsables en la utilización de los sistemas de recirculación y ventilación del aire.

Marco teórico

La calidad del aire en el interior de los vehículos se ha convertido en un tema de creciente interés en las últimas décadas, debido a la mayor conciencia sobre los efectos perjudiciales de los contaminantes en la salud humana. Este interés se intensifica en áreas urbanas de alta densidad de tráfico, donde los vehículos se convierten en entornos cerrados que pueden concentrar diversos tipos de contaminantes atmosféricos.

Los contaminantes atmosféricos más comunes que son perjudiciales para la salud humana son, por ejemplo: NO2, SO2, CO, partículas en suspensión, O3 (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2022). Proceden de amplias fuentes de la industria, el tráfico, la combustión, etc. Entre otras, las partículas en suspensión, especialmente las partículas pequeñas, son una de las áreas de atención creciente, ya que los estudios epidemiológicos han demostrado que la alta concentración de partículas influye en la salud humana.

Según el blog de los científicos del Programa GLOBE, un adulto medio exhala entre 0,4 y 0,6 kg de dióxido de carbono (CO_2) al día. Esta estimación se basa en el supuesto de que una persona inhala aproximadamente 0,5 litros de aire por respiración, 16 veces por minuto, durante 24 horas. Además, el Consejo para la Defensa de los Recursos Naturales (NRDC) indica que un ser humano medio exhala alrededor de 1,04 kg (2,3 libras) de CO_2 al día, dependiendo del nivel de actividad. (Williamson, 2024)

Establecieron correlaciones entre la exposición a PM2.5 (partículas de diámetro aerodinámico inferior a 2,5 μm) y los riesgos de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Las partículas ultrafinas (PUF, por sus siglas en inglés, partículas que tienen un diámetro aerodinámico menor a 100 nm) pueden depositarse más fácilmente en los alvéolos pulmonares, causar una mayor respuesta inflamatoria y moverse a otros órganos (Oberdörster 2000).

La cabina del vehículo es un ambiente interior asociado con riesgos pulmonares elevados debido a exposición de contaminantes debido a las fuentes de tráfico circundantes, donde es probable que exista una concentración elevada de partículas.

Hoy en día, la principal protección contra la contaminación exterior en los vehículos la proporciona el sistema CVAA (calefacción, ventilación y aire acondicionado), que consume energía para lograr el confort térmico y una buena calidad del aire para los pasajeros. Los filtros CVAA se utilizan comúnmente en los vehículos actuales para el aire entrante. Las principales limitaciones de los filtros CVAA convencionales son la caída de presión permitida y la eficiencia alcanzable en espacios relativamente confinados.

La comprensión de los niveles de calidad del aire en el contexto del transporte ha ido aumentando. La concentración de partículas en el exterior y la distribución del tamaño, así como la eficiencia del filtro tienen una gran influencia en la concentración de partículas en la cabina. La ventilación del sistema de climatización del vehículo también influye en la concentración. La reducción de la tasa de flujo de aire y la aplicación de la recirculación son beneficiosas para reducir las partículas del exterior.

Sistemas automotrices avanzados de control de calidad del aire

En la actualidad, los fabricantes de vehículos de alta gama han introducido tecnologías avanzadas para monitorear la calidad del aire dentro del habitáculo, buscando ofrecer mayor confort y protección a los ocupantes. Mercedes-Benz, ha integrado en sus modelos sistemas como AIR BALANCE y ENERGIZING Confort, que analizan tanto el aire interior como exterior. Si se detectan niveles elevados de CO_2 y partículas PM, estos sistemas actúan automáticamente mediante la activación de la ventilación.

Por su parte, BMW, en Alemania, cuenta con sensores que detectan partículas finas y dióxido de carbono, gestionando de manera automática el flujo de aire exterior o interno.

Finalmente, Tesla, empresa estadounidense, ha desarrollado el modo Bioweapon Defense en vehículos como el Model S y Model X. Este sistema incorpora filtros HEPA de grado hospitalario capaces de eliminar partículas finas (PM2.5) y gases tóxicos provenientes del exterior.

Características Del Co2

El dióxido de carbono (CO_2) es un gas que, aunque incoloro e inodoro, juega un papel significativo en la calidad del aire y puede afectar la salud humana en altas concentraciones. Sus niveles han aumentado debido a actividades humanas como la combustión de combustibles fósiles y la deforestación. La medición de CO_2 en espacios tanto abiertos como cerrados es crucial para monitorear la calidad del aire, ya que concentraciones elevadas en interiores pueden indicar problemas de ventilación y posibles riesgos para el bienestar de las personas.

Características de los Contaminantes

El tráfico por carretera y, por tanto, la contaminación de los vehículos, tienden a ser mayores en las zonas urbanas. Los impactos de las emisiones de los tubos de escape incluyen la contaminación del aire, los efectos sobre la salud humana, el cambio climático global y la contaminación acústica. El motor de un vehículo de motor emite muchos tipos de contaminantes, incluidos óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO2), partículas, dióxido de azufre (SO2) y plomo (Nita, 2021).

Las emisiones están relacionadas con el uso del motor, principalmente el tipo de combustible y la temperatura de combustión. Si el motor es 100% eficiente, entonces los productos de la combustión serán CO2 y agua (H2O). Sin embargo, a bajas cargas los motores son ineficientes y por lo tanto los productos de combustión incompleta dominan, por ejemplo, CO y COV en motores de gasolina y monóxido de carbono, COV y humo en motores diésel.

Efectos sobre la Salud.

La creciente gravedad y duración de la congestión del tráfico tienen el potencial de aumentar en gran medida las emisiones contaminantes y degradar la calidad del aire, en particular cerca de las grandes carreteras (Jácome et al., 2021). Estas emisiones contribuyen a los riesgos de morbilidad y mortalidad para los conductores, los viajeros y las personas que viven cerca de las carreteras, como lo demuestran los estudios epidemiológicos, las evaluaciones de las normas propuestas sobre emisiones de vehículos y las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos viales específicos.

Es útil separar los impactos y riesgos de los contaminantes asociados al tráfico en dos categorías. En primer lugar, los impactos "sin congestión" se refieren a los impactos del tráfico en volúmenes inferiores al nivel que produce una congestión significativa. En este caso, cada vehículo adicional que se añade a la carretera no altera sustancialmente los patrones de tráfico, es decir, la velocidad y el tiempo de viaje de otros vehículos no se ven afectados y, por lo tanto, los factores de emisión de los vehículos no dependen del volumen de tráfico (Parra et al., 2023).

Como resultado, el impacto marginal de un vehículo adicional es igual al impacto promedio de la flota de vehículos. Esto no es necesariamente cierto durante la congestión, la segunda categoría considerada. Si bien hay muchas definiciones, la congestión a menudo se define como los períodos en los que el volumen de tráfico excede la capacidad de la carretera.

Las mediciones gaseosas típicas incluyen dióxidos de carbono y ozono; ambos son oxidantes que pueden dañar los pulmones y otros órganos internos. El dióxido de carbono, el benceno y el formaldehído también se evalúan con frecuencia. Todos los componentes de la contaminación atmosférica relacionado con el tráfico presentan gradientes de decaimiento por distancia, es decir, su concentración es más alta cerca de la fuente (mayoclinic, 2023). También vale la pena señalar que PM2.5, que se ha identificado como el principal componente bioactivo de la contaminación por tráfico, variará según el tipo de vehículo y el uso.

Calidad del aire de la cabina del vehículo

Dentro del habitáculo vehicular, los contaminantes pueden ser varios, pero en este estudio nos basamos en particular en la acumulación de CO2, PM10 y PM2.5. La selección de estos parámetros se basó en las capacidades del equipo de medición, hecho específicamente para capturar estos datos con alta precisión. Estudiar estos contaminantes permitió incrementar una visión más precisa sobre su comportamiento en un ambiente cerrado y considerar los posibles efectos para la calidad del aire y el bienestar de los ocupantes.

Las partículas atmosféricas (PM), también conocidas como partículas, partículas de aerosol atmosférico, se refieren a una mezcla sólida o líquida de nivel microscópico que se suspende en el entorno atmosférico. Pueden estar compuestas de sulfatos, nitratos, amoniaco, cloruro de sodio, carbono negro, polvo mineral y agua, etc. La composición varía según la ubicación y los orígenes. PM2.5 (también conocidas como partículas finas) significa PM con un diámetro inferior a 2,5 μm. Mientras que UFP normalmente significa partículas de tamaño inferior a 100 nm. Tanto la formación natural como las productividades antropogénicas generan PM (Páez & Recalde, 2019).

Los estudios epidemiológicos han demostrado que la alta concentración de partículas influye en la salud humana. Los síntomas varían desde irritación, tos, desencadenamiento del asma, hasta baja función corporal o incluso cáncer. (Vivanco et al. 2021) indicaron correlaciones entre la exposición a PM2.5 (partículas de diámetro aerodinámico inferior a 2,5 μm) y los riesgos de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. La exposición a PM2.5 también reduce la esperanza de vida. El proyecto Aphekom presentó un estudio comparativo de 25 ciudades europeas con respecto a la exposición a PM2.5. Se estima que la reducción del promedio anual de PM2,5 en la atmósfera a 10 μg/m3 aumenta la duración de la vida en el orden de 2 años para las personas mayores de 30 años en 25 ciudades (Angarita Tovar et al., 2021).

Materiales y Métodos

Diseño del Estudio

El presente estudio adoptó un enfoque cuantitativo experimental con el objetivo de evaluar la dinámica de acumulación de contaminantes, en particular la concentración de dióxido de carbono (CO2), PM2.5 y PM10, en el interior de un vehículo bajo condiciones experimentales controladas. Para el desarrollo de esta investigación se establecen elementos para medir de manera periódica el diseño de capturas sistemáticas de las distintas variaciones de los grados de CO2 en el interior del vehículo. Las medidas se efectuaron en un contexto con cero, uno y dos integrantes de un vehículo.

Para ello, el diseño experimental consideró factores como cuantitativo el tiempo de exposición, la variabilidad en el comportamiento de los ocupantes y las condiciones ambientales internas del vehículo. Este planteamiento no solo permitió obtener datos cuantitativos detallados sobre la concentración de CO2 en función del tiempo, sino que también aportó una visión más profunda sobre los patrones de acumulación de contaminantes en un entorno cerrado.

Este enfoque permite establecer una base sólida para futuras recomendaciones relacionadas con el manejo adecuado de la ventilación en automóviles y el diseño de sistemas de recirculación de aire que minimicen los riesgos asociados con la acumulación de CO_2 y otros contaminantes en el espacio vehicular. Además, los resultados obtenidos pueden servir como punto de partida para investigaciones posteriores que busquen optimizar la calidad del aire en el habitáculo, considerando distintos tipos de vehículos, condiciones climáticas y tecnologías emergentes en sistemas de ventilación automotriz.

1. Protocolo de Recolección de Muestras

La recolección de muestras para analizar la calidad en el aire interior de los vehículos se llevó a cabo siguiendo los procedimientos establecidos a continuación:

Selección de los Vehículos

Para llevar a cabo este estudio, se decidió medir en dos vehículos M1 con características similares, esto se hizo para poder comparar resultados y

examinar si la cantidad de contaminantes se acumula de manera similar en distintos modelos. Los vehículos fueron escogidos basándose en el mercado automotriz de Ecuador.

Después de elegir los vehículos, se realizaron pruebas en condiciones parecidas para conseguir datos que representen la calidad del aire del interior y así revisar la acumulación de contaminantes como CO2, PM2.5 Y PM10. La evaluación de estos vehículos fue estática con cero, una y dos personas dentro, simulando así situaciones comunes de uso diario.

Ubicación del equipo de medición

El dispositivo de medición de calidad del aire se instaló en un lugar central dentro del habitáculo, cerca de las personas, para asegurar que las mediciones representaran con precisión la calidad del aire en el espacio que se ocupa.

Condiciones del habitáculo

Durante las mediciones, se mantuvieron cerradas todas las ventanas y puertas del vehículo para evitar la entrada de contaminantes del exterior, lo que permitió que las mediciones reflejaran únicamente la calidad del aire interno.

Las pruebas fueron realizadas a una temperatura promedio de 21.3 Grados centígrados. La ubicación en donde se realizaron las pruebas de campo fue en Quito, Valle de los chillos, en el sector Armenia Puente 3. Estas pruebas fueron realizadas a partir de las 20:00 horas en la franja horaria de Ecuador.

Frecuencia de Recolección de Muestras

Las muestras se tomaron de manera continua cada 1 minuto en un periodo de 30 minutos en total y se registraron en momentos específicos a intervalos regulares, para identificar las variaciones en los niveles de contaminantes en el aire del vehículo.

2. Características del Equipo

Para la medición de la calidad del aire en el interior del habitáculo vehicular, se emplearon los siguientes dispositivos:

Temtop Monitor Integral de Calidad del Aire: El equipo monitorea con precisión el CO2, PM2.5, PM10, recuentos de partículas, así como la temperatura y la humedad.

Figura 1

Fuente: (Scientific, 2018)

Con su diseño ergonómico, combina facilidad de uso con portabilidad, haciendo que el monitoreo integral de la calidad del aire sea accesible en cualquier lugar y en cualquier momento. Es te equipo es esencial para la detección de varios contaminantes en el aire, incluyendo CO2, (PM2.5 y PM10), así como para medir la temperatura y la humedad. Su diseño permite realizar mediciones en tiempo real, lo cual es crucial para evaluar la calidad del aire en espacios cerrados como los vehículos, permitiendo identificar y cuantificar la presencia de contaminantes de manera efectiva.

Principio Técnico del Funcionamiento del Equipo

Principio de funcionamiento (tecnología NDIR):

Fuente de luz infrarroja (IR):

El equipo emite un haz de luz infrarroja a través de una cámara que contiene el aire ambiente.

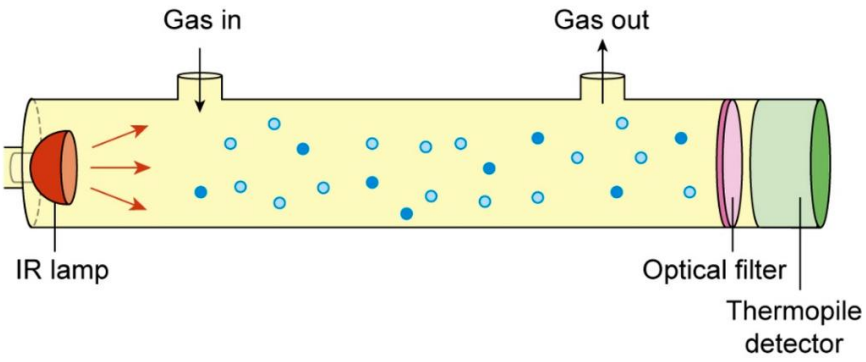
Absorción selectiva del CO_2:

El dióxido de carbono tiene la propiedad de absorber luz en una longitud de onda específica dentro del espectro infrarrojo (alrededor de 4.26 µm). A medida que el haz de luz atraviesa la muestra de aire, parte de la energía es absorbida por las moléculas de CO_2.

Detector óptico:

En el otro extremo de la cámara, un detector mide la cantidad de luz infrarroja que ha pasado sin ser absorbida.

Cuanto mayor es la concentración de CO_2, menos luz llega al detector.



Fuente: (Seitz, 2015)

Cálculo de la concentración:

El dispositivo convierte esta diferencia en una lectura cuantitativa en ppm (partes por millón), usando algoritmos internos calibrados.

El Temtop Monitor Integral de Calidad del Aire funciona utilizando una variedad de sensores para medir distintos parámetros de la calidad del aire.

Temperatura y humedad:

Suelen utilizar sensores de termistor y humedad capacitiva, respectivamente, para medir estos parámetros.

Formaldehído y COV:

Algunos modelos incluyen sensores específicos para estos contaminantes, que pueden basarse en principios como la detección de luz UV o la cromatografía de gases.

BTMETER - Anemómetro de Mano, Serie BT-100: Este dispositivo es un medidor de velocidad del viento portátil y confiable equipado con una pantalla LCD retroiluminada brillante que muestra la velocidad del viento, la temperatura, la sensación térmica y un indicador de batería baja. Mide la velocidad del viento en 5 unidades y la temperatura del viento en ℃ y ℉.

Figura 2

Fuente: (Garden, 2018)

Condiciones de las Pruebas

Protocolo de acuerdo con Normativas de medición de Co2 en Interiores de Vehículos

La medición de **CO_2 en el habitáculo vehicular** no está regulada por una única norma universal, pero existen **varios estándares y directrices técnicas** que se utilizan para este tipo de evaluación, especialmente en el contexto de confort, salud ocupacional y ventilación.

1. ISO 16000-26:2012

"Indoor air -- Part 26: Measurement strategy for carbon dioxide (CO_2)"

Esta norma proporciona una estrategia de medición del CO_2 en espacios interiores cerrados, aplicable también a vehículos, ya que estos son considerados microambientes interiores.

Define los métodos de muestreo, ubicación de sensores, condiciones de operación, etc.

2. ISO 12219-1:2012

"Interior air of road vehicles — Part 1: Whole vehicle test chamber — Specification and method for the determination of volatile organic compounds (VOCs) in cabin interiors"

Aunque está más centrada en COVs, también considera condiciones del habitáculo que se relacionan con la calidad del aire, incluyendo niveles de CO_2 cuando se hacen pruebas en cámaras.

3. ASHRAE Standard 62.1

"Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality"

Aunque es una norma para edificios, se utiliza como referencia en la industria automotriz para determinar niveles aceptables de CO_2 (generalmente hasta 1000 ppm en espacios interiores para garantizar buena ventilación).

Estas se desarrollarán en un vehículo M1 que no tendrá movimiento en lapsos de 30 minutos, además, llevará cero, uno y dos integrantes en la parte interna. Se activará el sistema para la recirculación del aire, evadiendo el ingreso del aire sin contaminantes. Las entradas de aire se orientaron hacia el techo y ventanas. Los elementos ambientales, como la humedad y la temperatura se inspeccionaron para la evaluación de la atribución de las derivaciones obtenidas (Blázquez, 2019)

Es importante tener en cuenta que estos dispositivos están diseñados para captar varios parámetros ambientales importantes, y cuentan con características especiales que son las siguientes:

Sensores

El aparato tiene sensores altamente precisos que miden los niveles de dióxido de carbono, monóxido de carbono, partículas en el aire, que son cruciales para evaluar la calidad en el habitáculo vehicular.

Pantalla Digital

El equipo posee una pantalla LCD que muestra en tiempo real las concentraciones de los contaminantes mencionados, así como la temperatura y la humedad relativa dentro del habitáculo.

Alarma de nivel de Riesgo

El equipo cuenta con una alarma sonora que se activa cuando los niveles de contaminantes exceden sus límites establecidos, lo que brinda una alerta inmediata sobre la calidad del aire en ese momento.

3. Aproximaciones y Calibraciones

El monitor de calidad del aire Temtop fue sometido a validación en un laboratorio de calibración acreditado, conforme a la norma ISO/IEC 17025:2017 del servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE). La calibración del dispositivo se realizó siguiendo estos pasos:

Calibración de sensores

Antes de comenzar las mediciones, se calibraron los sensores CO2 y PM para asegurar que las lecturas fueran precisas. Esta calibración se realizó utilizando la función de auto calibración para cada prueba. Cabe recalcar que el dispositivo fue calibrado y certificado antes de su uso (Anexo 13).

Certificación y Validación

Los resultados de la calibración fueron avalados por el laboratorio acreditado, lo que asegura la confiabilidad de las mediciones realizadas, la

calibración de los equipos tiene un tiempo de 12-24 meses de duración, dependiendo del uso.

Ajustes de Condición Ambientales

Durante las mediciones, se tuvieron en cuenta otros parámetros ambientales como la temperatura y la humedad, que pueden afectar las lecturas del equipo. Estos factores se registraron para ajustar los resultados y obtener mediciones más precisas de las condiciones internas del vehículo.

Parámetros Establecidos

Todas las Pruebas en general se realizaron con el vehículo encendido, a más de esto las pruebas fueron realizadas a partir de las 20:00 horas en Quito, Pichincha, Valle de Los Chillos, sector La Armenia, Puente 3.

Para esto los sujetos de prueba fueron escogidos con edades no muy distantes, de 21 a 25 años y con peso desde 63 kg a 68 kg.

Las velocidades de potencia de cada ventilación en el Volkswagen Polo son de:

- Potencia 0 = 0 $^{m}/_{s}$
- Potencia 1= 2.3 $^{m}/_{s}$
- Potencia 2= 2.6 $^{m}/_{s}$

Las velocidades de potencia de cada ventilación en el Mazda 3 son de:

- Potencia 0 = 0 $^{m}/_{s}$
- Potencia 1= 2.4 $^{m}/_{s}$
- Potencia 2= 2.9 $^{m}/_{s}$

Las pruebas Fueron realizadas por **30 minutos cada una** y con la toma de datos exactamente cada **un minuto de intervalo**.

Procedimiento de Recolección de Muestras

Fase final

Se llevó a cabo una revisión de los vehículos y del equipo de medición para asegurar que no había contaminantes residuales o interferencias externas antes de comenzar las mediciones.

Recolección continua de Muestras

Las mediciones se registraron de manera continua cada 1 minutos durante un periodo de 30 minutos para observar cómo se acumulan los contaminantes y si había fluctuaciones de las concentraciones a lo largo del tiempo.

Resultados y Discusión

Aumento de CO_2 en el Habitáculo Vehicular

Los resultados obtenidos de las mediciones muestran un incremento significativo en los niveles de dióxido de carbono (CO_2) en el interior del vehículo a medida que transcurre el tiempo, debido principalmente a la exhalación de los ocupantes y la falta de ventilación adecuada. Este efecto fue más pronunciado bajo el uso del sistema de recirculación de aire, que limita la entrada de aire fresco. Luego de un lapso de 30 minutos, las condensaciones de CO2 obtuvieron los niveles altos, lo que conseguiría la representación de peligro para la salud si la exposición aumenta.

Figura 3

Pruebas realizadas 02/04/2025.

Fuente: Autores

Concentraciones de CO_2 en Relación con los Límites de la OMS

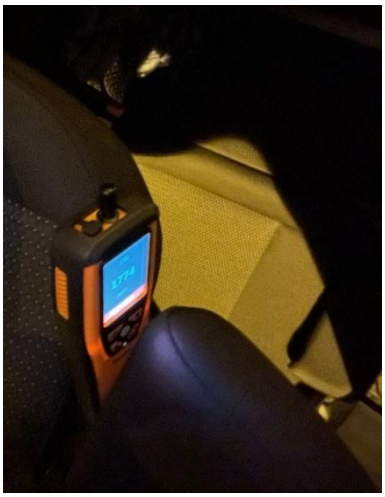
Las pruebas mostraron que los escenarios de recirculación del aire, los grados de CO2 en el interior del auto aumentaron los grados favorecidos por la

OMS, los cuales fundamentan que deben mantenerse en niveles de 1000 ppm o menos en contextos cerrados.

En este estudio, las concentraciones de CO_2 llegaron hasta 4487 ppm, un nivel que representa un riesgo considerable para la salud, especialmente en trayectos largos donde la ventilación es limitada. (OMS, 2024)

Figura 4

Prueba pasando los 1000 ppm 03/04/25.



Fuente: Autores

Implicaciones para la Salud de los Ocupantes

La exposición a altos niveles de CO_2 puede ocasionar síntomas como fatiga, reducción de la capacidad cognitiva y otros efectos adversos en la salud. Además, los niveles de exposición que continúan a PM, relacionados con la utilización prolongada del sistema de recirculación, lo que podría ocasionar irritabilidades en la garganta, nariz, ojos, daños en órganos del cuerpo tanto simples como severos.

Efectos de la Recirculación de Aire en la Acumulación de Contaminantes

La utilización de manera constante de recirculación del aire favorece de manera relevante en la aglomeración de contaminantes en el interior del vehículo. Este contexto es efectivo en exteriores e interiores cerrados pero contaminados, pudiendo producir una aglomeración de contaminantes

insalubres, en lapsos cortos y largos en los que se integran varias personas o usuarios.

Medidas de Aire tomadas por el Anemómetro

Vehículo	**Volkswagen Polo**	**Mazda 3**
Flujo 1	0 m/s	0 m/s
Flujo 2	2.3 m/s	2.4 m/s
Flujo 3	2.6 m/s	2.9 m/s

Cálculo del Caudal de Aire

Q= s(sección del conducto) * V(velocidad del aire)

S(sección del conducto) Mazda 3= 40cm2 = 0.0004m2

S(Sección del conducto) Volkswagen Polo = 40cm2 = 0.0004m2

Vehículo	**Volkswagen Polo**	**Mazda 3**
Caudal 1	0 m3/s	0 m3/s
Caudal 2	0.0092 m3/s	0.096 m3/s
Caudal 3	0.0104 m3/s	0.0116 m3/s

Prueba Realizada con un automóvil M1:

Comparación de Contaminantes Según Condiciones de Uso del Aire

En los siguientes cuadros comparativos se aprecia, que al no tener ventilación el vehículo y en cuanto más personas haya dentro del habitáculo más se dispara la curva de CO2 dentro del mismo.

En el siguiente cuadro se compara los dos vehículos a las pruebas de 2 personas, de 0 a 2.6 m/s de velocidad de aire acondicionado.

Auto con 2 personas (Mazda 3)			
Variables	Estado Inicial	30 Minutos	Recomendación OMS
Temperatura	19 °C	24.8 °C	25°C,
Flujo de Aire	0 m/s	0 m/s	N.D.
CO2	1152 ppm	4487 ppm	1000 ppm
PM10	0.2 ug/m^3	5.3 ug/m^3	0.93 ug/m^3
PM2.5	0.2 ug/m^3	2.9 ug/m^3	0.3125 ug/m^3

CUADRO COMPARATIVO DEL VEHICULO CON 2 PERSONAS SIN VENTILACIÓN

Auto con 2 personas (Volkswagen Polo)			
Variables	Estado Inicial	30 Minutos	Recomendación OMS
Temperatura	18 °C	21.9 °C	25°C,
Flujo de Aire	0 m/s	0 m/s	N.D.
CO2	1023 ppm	4385 ppm	1000 ppm
PM10	9.3 ug/m^3	16.5 ug/m^3	0.93 ug/m^3
PM2.5	5.5 ug/m^3	10.5 ug/m^3	0.3125 ug/m^3

CUADRO COMPARATIVO DEL VEHICULO CON 2 PERSONAS SIN VENTILACIÓN

Prueba Realizada con un automóvil M1:

Auto con 2 personas (Mazda 3)			
Variables	Estado Inicial	30 Minutos	Recomendación OMS
Temperatura	24.2 °C	19 °C	25°C,
Flujo de Aire	2.4 m/s	2.4 m/s	N.D.
CO2	1211 ppm	1178 ppm	1000 ppm
PM10	16.5 ug/m^3	9.3 ug/m^3	0.93 ug/m^3
PM2.5	1.2 ug/m^3	0.2 ug/m^3	0.3125 ug/m^3

CUADRO COMPARATIVO DEL VEHICULO CON 2 PERSONAS CON 2.4 M/S DE VENTILACIÓN

Auto con 1 personas (Volkswagen Polo)			
Variables	Estado Inicial	30 Minutos	Recomendación OMS
Temperatura	24.9 °C	20.7 °C	25°C,
Flujo de Aire	2.3 m/s	2.3 m/s	N.D.
CO2	1134 ppm	1106 ppm	1000 ppm
PM10	8.4 ug/m^3	0.9 ug/m^3	0.93 ug/m^3
PM2.5	4.5 ug/m^3	0,5 ug/m^3	0.3125 ug/m^3

CUADRO COMPARATIVO DEL VEHICULO CON 2 PERSONAS CON 2.3/S DE VENTILACIÓN

Prueba Realizada con un automóvil M1:

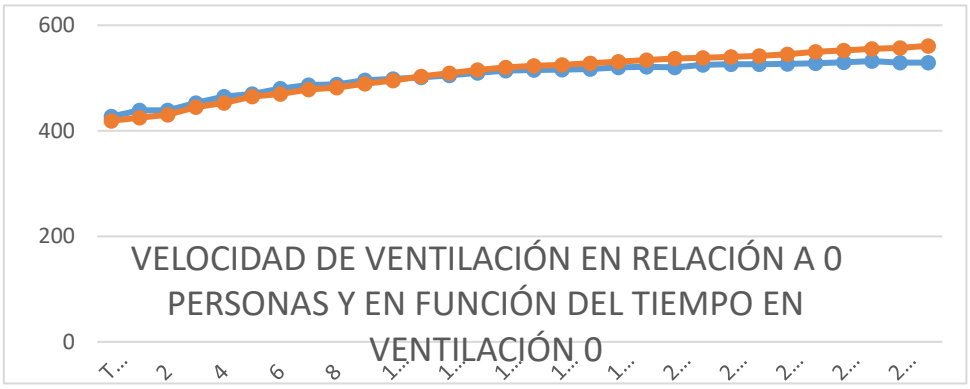
Auto con 2 personas (Mazda 3)			
Variables	Estado Inicial	30 Minutos	Recomendación OMS
Temperatura	24.2 °C	19 °C	25°C,
Flujo de Aire	2.9 m/s	2.9 m/s	N.D.
CO2	1198 ppm	1139 ppm	1000 ppm
PM10	8.4 ug/m^3	0,90 ug/m^3	0.93 ug/m^3
PM2.5	0.9 ug/m^3	1.20 ug/m^3	0.3125 ug/m^3

CUADRO COMPARATIVO DEL VEHICULO CON 2 PERSONAS CON 2.9 M/S DE VENTILACIÓN

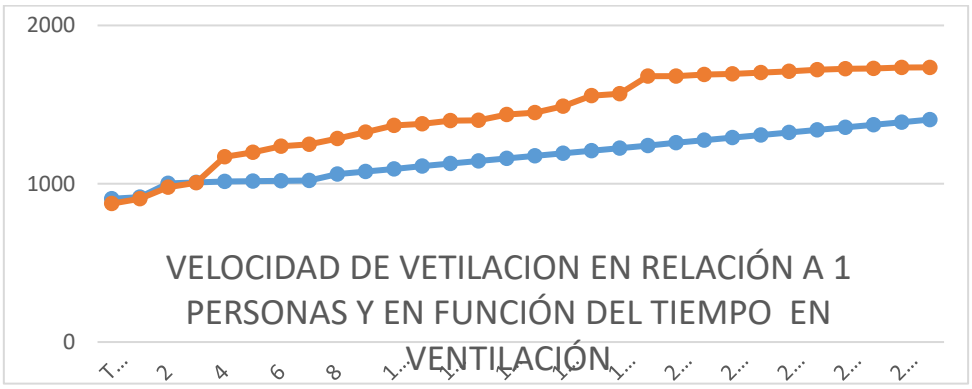
Auto con 2 personas (Volkswagen Polo)			
Variables	Estado Inicial	30 Minutos	Recomendación OMS
Temperatura	26.3 °C	21.5 °C	25°C,
Flujo de Aire	2.6 m/s	2.6 m/s	N.D.
CO2	1202 ppm	1095 ppm	1000 ppm
PM10	10.2 ug/m^3	0.2 ug/m^3	0.93 ug/m^3
PM2.5	6 ug/m^3	0,2 ug/m^3	0.3125 ug/m^3

CUADRO COMPARATIVO DEL VEHICULO CON 2 PERSONAS CON 2.6 M/S E VENTILACIÓN

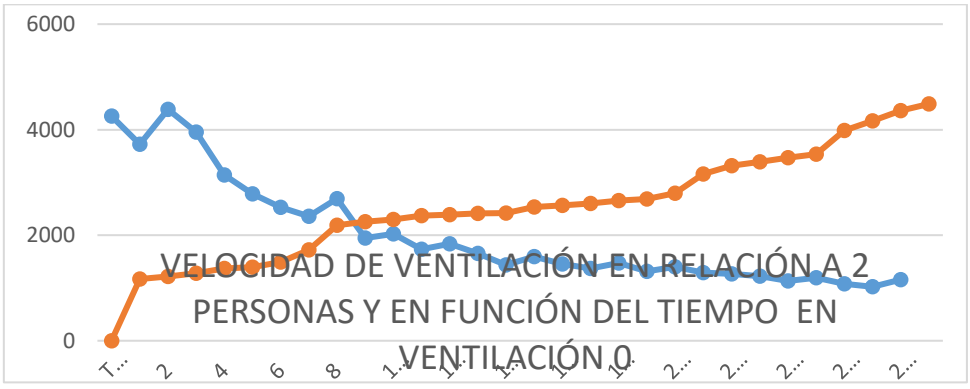
En este cuadro comparativo se puede apreciar siendo la línea azul del vehículo Volkswagen y la línea naranja del Mazda 3.



TABALAS COMPARATIVAS ENTRE VOLKWAGEN Y MAZDA CON 0 PERSONAS

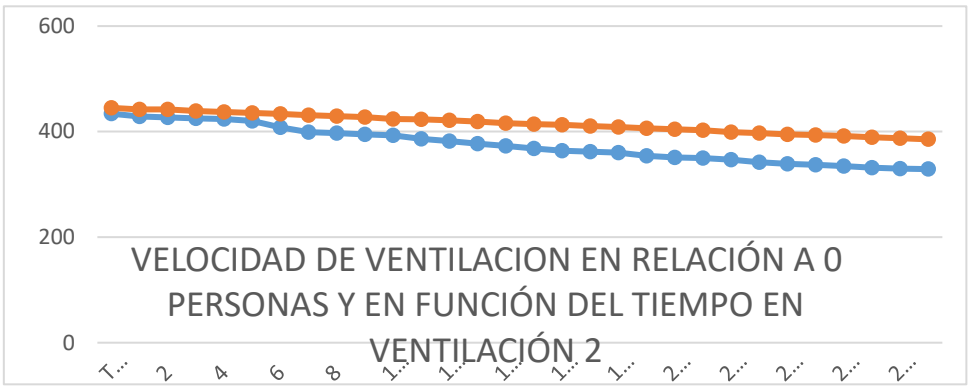


TABALAS COMPARATIVAS ENTRE VOLKWAGEN Y MAZDA CON 1 PERSONAS

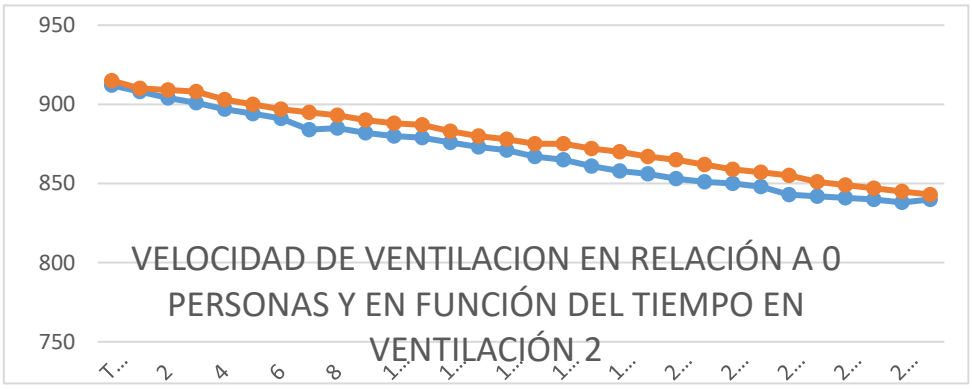


TABALAS COMPARATIVAS ENTRE VOLKWAGEN Y MAZDA CON 2 PERSONAS

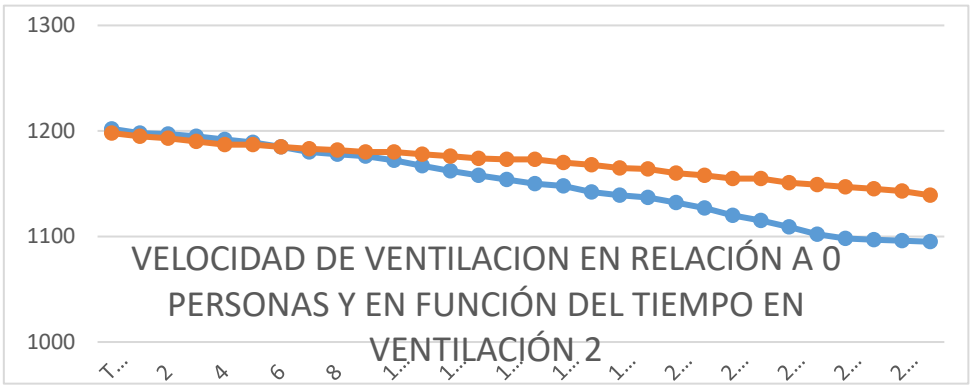
Mientras que cuando se tiene la ventilación activada las acumulaciones de Co2 se mantienen y en algunos puntos del tiempo disminuye. En este cuadro comparativo se puede apreciar siendo la línea azul del vehículo Volkswagen y la línea naranja del Mazda 3.



TABALAS COMPARATIVAS ENTRE VOLKWAGEN Y MAZDA CON 0 PERSONAS



TABALAS COMPARATIVAS ENTRE VOLKWAGEN Y MAZDA CON 1 PERSONA



TABALAS COMPARATIVAS ENTRE VOLKWAGEN Y MAZDA CON 2 PERSONAS

Los resultados muestran que se puede cambiar entre ventilación y un sistema de recirculación del aire, pudiendo ser una táctica viable para la mejoría de la calidad del aire en la parte interna del vehículo. Para ejemplificar, las pruebas y elementos como las concentraciones de CO2 y la ventilación activa, no pueden aumentar los límites establecidos por organizaciones de la salud. No obstante, la manera de establecer la recirculación continua como los grados de CO2 y otros contaminantes aumentaron de forma notable, lo que indica que el proceso de ventilación puede jugar un elemento fundamental en la minimización de contaminantes en el interior del vehículo.

Recomendaciones para Usuarios de Vehículos

A. Distancia de seguridad: Cuanto más se aleje un vehículo de otros vehículos, menos probabilidades hay de que entren emisiones en su interior. Se estima que, por cada 10 metros adicionales de distancia, la concentración de contaminantes como CO2, PM2.5 Y PM10, pueden disminuir hasta un 10-15%.
B. Utilice las carreteras menos congestionadas si es posible. En general, los investigadores midieron una contaminación aproximadamente seis veces mayor en los semáforos.
C. Evite los ambientadores, ya que suelen estar muy contaminados con compuestos orgánicos volátiles (COV).

D. Respete la temperatura ideal de la cabina: debe estar entre 21 y 23 grados.
E. Mantenimiento periódico y cambio de filtros: según la norma VDI/ZDK 6032, los filtros deben cambiarse al menos cada 12 meses, idealmente en combinación con la limpieza del sistema de aire acondicionado. Solo así se pueden evitar eficazmente los riesgos para la salud.
F. Utilice filtros de aire de habitáculo de alta calidad de última generación, ya sea para turismos o vehículos comerciales, para protegerse contra virus, polvo fino, bio-aerosoles o gases nocivos.

Conclusiones

En este estudio, se utilizó un análisis experimental para estimar el efecto de la contaminación y caracterizar los riesgos para la salud causados por la descarga interna de contaminantes dentro del vehículo. En condiciones de circulación de aire y en ventanas cerradas, se encontró que los valores de CO2 aumentan significativamente, alcanzando concentraciones de hasta 4487 ppm a intervalos de 138.6 ppm/minuto. Este aumento podría afectar la salud de los ocupantes. Tiene la capacidad de concentrarse y reducir síntomas como somnolencia y fatiga. Por lo tanto, el análisis práctico da como resultado mantener una velocidad forzada por medio de la ventilación respectiva a su primera velocidad del Volkswagen Polo que concierne a un flujo de aire de 2.3 m/s y del Mazda 3 de 2.4 m/s, que corresponde a un caudal de 0.0092 m3/s en el Volkswagen Polo y de 0.0096 m3/s en el Mazda 3, para disminuir las concentraciones de Co2 menores a 400ppm que considera una excelente calidad de aire. Así mismo con su segunda velocidad del Volkswagen Polo que concierne a un flujo de aire de 2.6 m/s y del Mazda 3 de 2.9 m/s, que corresponde a un caudal de 0.0104 m3/s en el Volkswagen Polo y de 0.0116 m3/s en el Mazda 3, para disminuir las concentraciones de Co2 menores a 400ppm que considera una excelente calidad de aire.

El caudal de aire que ingresa al habitáculo con oxigeno fresco reduce la concentración de Co2 proporcionalmente a la velocidad del flujo en cada una de las marchas del selector, por lo tanto se puede evidenciar según los cálculos obtenidos en el Volkswagen Polo con una concentración de 4385ppm de Co2 en una segunda velocidad bajo a 1095ppm Co2 lo que representa el 75.09% de

reducción de contaminación por Co2 y en el Mazda 3 con una concentración de 4487ppm de Co2 en una segunda velocidad bajo a 1139ppm Co2 lo que representa un 74.61% de reducción de contaminación de co2, de esta manera estos valores se encuentran en el rango normal

Los sistemas de ventilación de cada vehículo están diseñados para cumplir los estándares de calidad del aire, por lo tanto, cuentan en su diseño con velocidades de flujo adaptados a cada sección transversal de rejillas internas garantizando caudales que disminuyan a las 1000ppm, según la norma. En el caso particular de los vehículos analizados cuentan con el diseño del sistema de ventilación hasta con varias velocidades que garantizan un flujo adecuado en el interior del habitáculo, así como las características propias de los filtros.

Es importante destacar que este estudio se basó en un enfoque cuantitativo experimental, lo que permitió adquirir resultados precisos. A través de la recopilación de datos en tiempo real mediante instrumentos calibrados como el detector de CO2 y el anemómetro, se logró obtener con precisión el efecto que tienen las distintas condiciones de ventilación sobre la concentración de contaminantes. Esta metodología no solo contribuyó a la validez científica del análisis, sino que también permitió correlaciones directas entre variables evaluadas, como el tiempo de exposición, el tipo de ventilación y los niveles de CO2 registrados.

Bibliografía

bbva. (09 de 2024). Obtenido de https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-dioxido-de-carbono-co2-y-como-impacta-en-el-planeta/

Blázquez, L. (13 de 12 de 2019). *Cochescom*. Obtenido de https://noticias.coches.com/consejos/recirculacion-de-aire-que-es-y-como-funciona/368278

Bruce Johnson, P. (s.f.). *Mayo Clinic*. Obtenido de https://www.mayo.edu/research/clinical-trials/cls-20566877

BTMETER. (2023). *Manual de Usuario BTMETER BT-100.* Obtenido de https://www.baldorshop.com.ar/products/anemometro-bt100?srsltid=AfmBOoovqdp89mXYWwuS7IwnYWQYd65sCfK87NKkUbYc7lxoFJzgyDXP

Dcalibración. (24 de 06 de 2024). *SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO.* Obtenido de file:///C:/Users/javoc/Downloads/CAL-FT-24005%20AnemA%CC%83%C2%B3metro.pdf

Dcalibración. (24 de 06 de 2024). *SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO.* Obtenido de file:///C:/Users/javoc/AppData/Local/Temp/%7B64FFBC3A-1B36-4DDE-A12F-7CC431536EB0%7D/%7B9C290995-65BC-45A9-B0FF-33BBEC62DDA6%7D/CAL-THR-24010%20TermohigrA%CC%83%C2%B3metro%20de%20Medidor%20de%20CO2.pdf

epa. (02 de 10 de 2024). Obtenido de https://espanol.epa.gov/cai/acerca-de-los-contaminantes-del-aire-en-interiores-y-sus-fuentes

Garden, L. &. (02 de 12 de 2018). *AMAZON*. Obtenido de https://www.amazon.com/Digital-Anemometer-Handheld-Accurately-Temperature/dp/B07J64TCBQ/ref=sr_1_1?crid=15LN4S0QEFZVF&dib=eyJ2IjoiMSJ9.Sl82Y_eW2Ab7G2sVNWIUsxqCB1mSmJfjU-joB1Rto2RXJrtaIDOurubkZ_rfAX8Sps5joDdq8eEvP4oHWOwDuRZVrSO_AcMxwbFcIcZ_mP8Vcx5K8L3faygW

Grady, M. L. (2017). *sciencedirect*. Obtenido de sciencedirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231017302522

mayoclinic. (29 de 06 de 2023). Obtenido de mayoclinic: https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/carbon-monoxide/symptoms-causes/syc-20370642

OMS. (24 de 10 de 2024). *ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD*. Obtenido de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

OPS. (2019). *La Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire

Scientific, I. &. (2018). *AMAZON*. Obtenido de https://www.amazon.com/Temtop-Particles-Temperature-Recording-Calibration/dp/B07DHYG2VK/ref=sr_1_1_sspa?crid=3Q2S72FUBWQR0&dib=eyJ2IjoiMSJ9.rHXoQR4FqBrL_9RU10oTQO4Jq3phJ1xZ4r2CSXY_qw81VVgp2YH1A4h56nxhp0hL63MVx8jdEzp6QPmb_90u5zdg-FMPioD-ZizGAF2TesIHp7oO8Tp

Seitz, W. R. (15 de 04 de 2015). *MDPI*. Obtenido de https://www.mdpi.com/1424-8220/15/5/11239

Service, W. B. (19 de 08 de 2019). *innovacionvolvo*. Obtenido de https://innovacionvolvo.xataka.com/aire-interior-tu-vehiculo-esta-contaminado-que-calle/

Temtop, M. d. (2022). Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1oGiODj77jC0LawNuisnIfjQGyryAx43v/view?pli=1

Williamson, K. (24 de 10 de 2024). *8billiontrees*. Obtenido de 8billiontrees: https://8billiontrees.com/carbon-offsets-credits/carbon-footprint-of-walking/?utm

Anexos

Anexo 1

Manual de usuario Temtop Monitor Integral de Calidad del Aire

Fuente: (Temtop, 2022)

Air Quality Detector
User Manual

Overview

The hand-held air quality detector is a device with high precise electrochemical formaldehyde sensor, laser particle sensor and carbon dioxide sensor based on NDIR, it can detect particulate matter, carbon dioxide and formaldehyde in the air and transform the concentration of air pollutant to visual data directly, providing early air quality warning for you and protecting health of your family effectively.

Application

Indoors, Outdoors, Vehicles, etc.

Appearance

Fuente: (Temtop, 2022)

① Buzzer status: "🔊" indicates the buzzer is on. When measured polluant concentration exceeds the upper alarm limit, the buzzer beeps. "🔇" indicates the buzzer is off. When an alarm is triggered, the buzzer will not beep.
② Display the two states of the detector: Paused or Runing. "Runing" indicates data is being detected. "Paused" indicates measurement pauses.
③ Date and time: Current date and time is displayed.
④ Battery power: Display the remaining battery power and the charging status of the detector. : Battery is empty, please charge. : Battery is full. : Charging.
⑤ Main display area: Display measured data, curve, menu options.
⑥ Menu button: Press to pop up the menu options or shift the cursor position.
⑦ Up button: Press to increase setting values or shift up to select menu option.
⑧ Return button: Press to close current pop menu or return to the previous interface.
⑨ Power on/off or confirm: Press OK for 2 seconds to turn on/off the instrument. It can also be used to confirm certain operation.
⑩ Down or run/pause button: Press to decrease setting values or move down to select menu option. It can also be used to continue or suspend detection on the detection interface.

Notice

- Please keep the detector away from substances like fluff and hair to guarantee the accuracy of measured data.
- Please do not place the detector in the environment where particle concentration is more than 500ug/m³ and that of formaldehyde (HCHO) is over 1.0mg/m³ for long time. Long-time exposure to high-concentration air pollutants will damage the sensor and make it work improperly.
- Please do not bump, strike or drop the detector.
- Please do not cover the detection port or air outlet during use.
- Avoid contact with organic solvents which include silica gel and other adhesives, paintings, drugs, oil and high-concentration gases.
- Avoid using the detector in humid environment to ensure the accuracy of measured data.

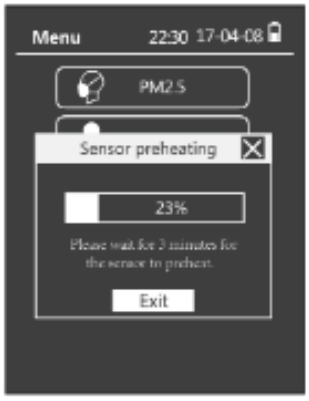
Fuente: (Temtop, 2022)

Operation

(1): Main menu interface

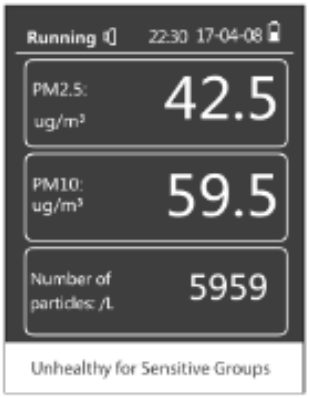
After the detector is turned on, it will display the main menu automatically including the following 5 options:

① PM2.5
② CO_2
③ HCHO
④ View all info
⑤ Set



Press ▲ or ▼ to choose an option and then press OK, a window will pop up, showing "Sensor preheating" if the detector is turned on for less than 3 minutes. After the sensor is preheated, the interface can be entered.

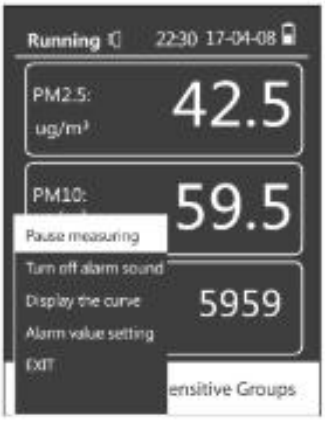
Real-time concentration display



After switching from the main menu to PM2.5 concentration interface, the detector will display the real-time concentration of PM2.5, PM10 and particle numbers as well as the level of polluant concentration.
If the value goes out of the set concentration's upper limit, the buzzer will beep.

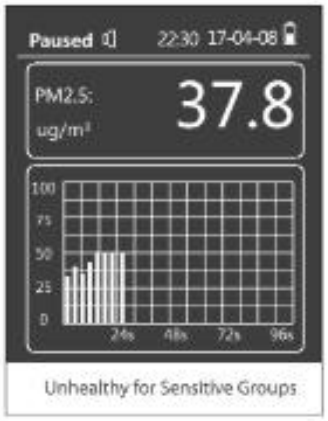
3

Fuente: (Temtop, 2022)



Press to pause or start the measurement.
Press to return to the interface of main menu.
Press the following 5 options will show.
Use ▲ or to shift.
Press to enter corresponding functions:

① "Pause or start measuring"
② "Turn on or off the alarm sound"
③ "Display or not display the curve"
④ "Alarm value setting"
⑤ "EXIT"



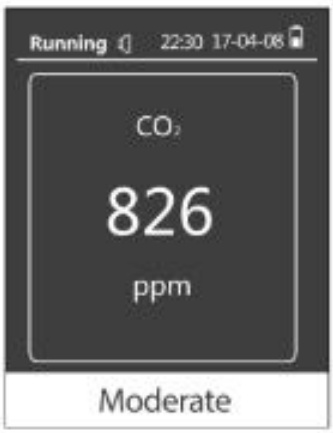
The functions of above menu items are described as below:
① "Pause or start measuring": Make the detector pause or start measuring the concentration of PM2.5, PM10 and particles as well as the level of pollution concentration,
② "Turn on or off the alarm sound": When the detected concentration is higher than the pre-set value, the buzzer will give out the alarm. Pressing this key can turn off or on the alarm function,
③ "Display or not display the curve": If you choose "Display the curve" function, the PM2.5 concentration curve will be shown in a visualized way. If you choose "Not display the curve" function, the curve display will be turned off.

④ "Alarm value setting" :
A window showing "Set the alarm valuewill be popped up to remind you to set the upper-limit alarm value o f PM2.5 concentration . Press key to switch to the next item . Press ▲ or key to set the upper-limit alarm value . When key is switched to " Save " or " Exit " key , you can press key to choose to save or not save the set upper-limit alarm value of concentration and then close the pop-up window.
⑤ " Exit ": Exit from the menu item and then return to the interface of detecting the concentration of particles.

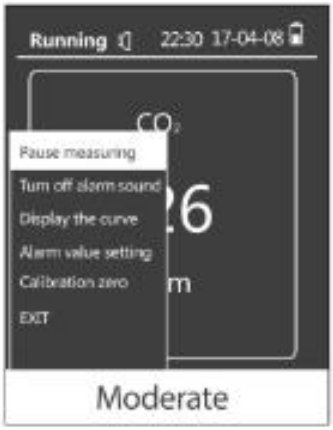
4

Fuente: (Temtop, 2022)

(3): Interface: CO_2 concentration

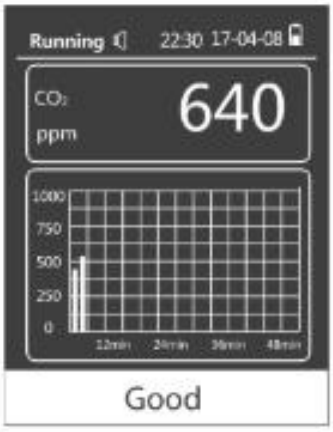


After switching from the main menu to CO_2 interface, the detector will display the real-time concentration of CO_2 and its level; if the value is beyond the set concentration's upper limit, the buzzer will beep.



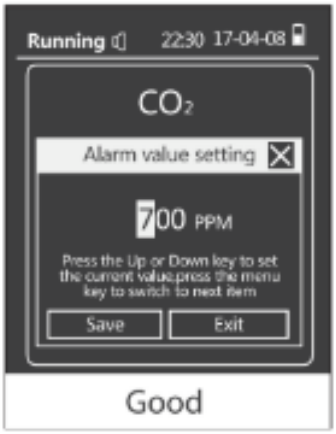
Press to suspend or continue measurement.
Press to return to the interface of main menu.
Press to pop up the 6 options below.
Press to enter corresponding functions.

① "Pause or start measuring"
② "Turn on or off the alarm sound"
③ "Display or not display the curve"
④ "Alarm value setting"
⑤ "Calibration zero"
⑥ "EXIT"



The functions of above menu items are as follows:
① "Pause or start measuring": The detector pauses or continues measuring CO_2 concentration and its level.
② "Turn on or off the alarm sound": When the detected concentration is higher than the pre-set value, the buzzer will beep. Select this option to mute the beep.
③ "Display or not display the curve": Select this option to display the curve of measured data visually. If you choose "Not display the curve", the curve will be shifted to data.

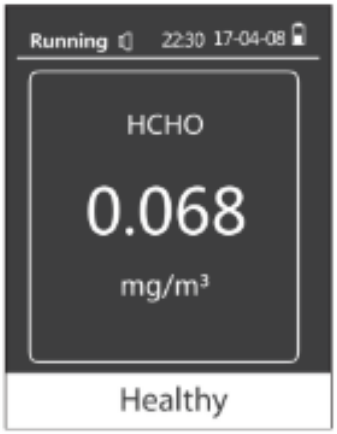
Fuente: (Temtop, 2022)



④ "Alarm value setting" Press ▲ or ▼ to select this option and then press OK to enter the interface. Press ▲ or ▼ to adjust the upper-limit alarm value of CO_2 concentration. Press ☰ to shift. After switching to "Save" or " Exit ", press OK to confirm the settings and back to the interface of settings.

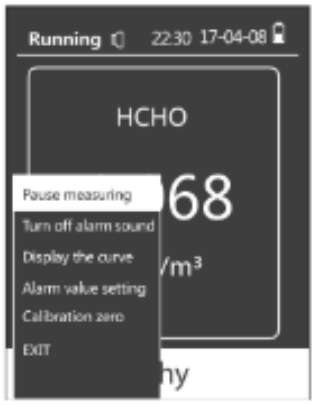
⑤ "Calibration zero": It pops up a window showing "Calibrating sensor". Please place the detector outdoors for 30 minutes until Zero point calibration of CO_2 sensor is finished. Press ↰ or OK to exit.
⑥ "Exit": Exit the menu options and then return to the interface of CO_2 concentration.

(4): Interface: formaldehyde(HCHO) concentration



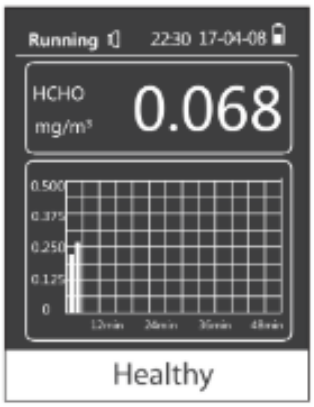
After switching from the main menu to HCHO interface, the detector will display the real-time concentration of HCHO and its level; if the value is beyond the set concentration's upper limit, the buzzer will beep.

Fuente: (Temtop, 2022)



Press to suspend or continue measurement.
Press to return to the interface of main menu.
Press to pop up the 6 options below.
Press to enter corresponding functions.

① "Pause or start measuring"
② "Turn on or off the alarm sound"
③ "Display or not display the curve"
④ "Alarm value setting"
⑤ "Calibration zero"
⑥ "EXIT"



The functions of above menu items are as follows:
① "Pause or start measuring" : The detector pauses or continues measuring HCHO concentration and its level.
② "Turn on or off the alarm sound" : When the detected concentration is higher than the pre-set value, the buzzer will beep. Select this option to mute the beep.
③ "Display/Not display the curve" : Select this option to display the curve of measured data visually. If you choose "Not display the curve", the curve will be shifted to data.

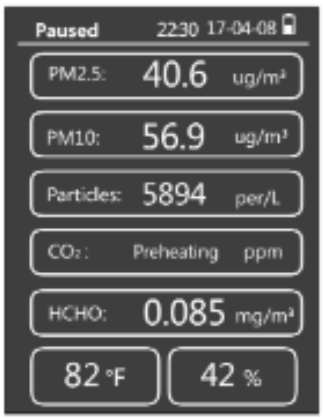
④"Alarm value setting": Press ▲ or to select this option and then press to enter the interface. Press ▲ or to adjust the upper-limit alarm of HCHO concentration. Press to shift. After switching to "Save" or " Exit ", press to confirm the settings and back to the interface of settings.

7

Fuente: (Temtop, 2022)

⑤ "Calibration zero": It pops up a window showing "Calibrating sensor", Please place the detector outdoors for 30 minutes until Zero point calibration of the sensor is finished. Press ↰ or OK to exit.
⑥ "Exit": Exit from calibration and return to the interface of CO_2 concentration.

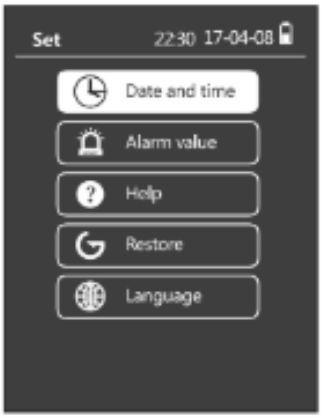
(5): Interface: View all info



In the main menu, select "view all info" and press OK to enter this interface, it will display the concentration of PM2.5, PM10, CO_2 and HCHO, particle numbers, as well as the temperature and humidity.

Press ☰ to switch between ℃ or °F.
Press ↓ to suspend or continue measurement.
Press ↰ to return to the interface of main menu.

(6): Interface: Set



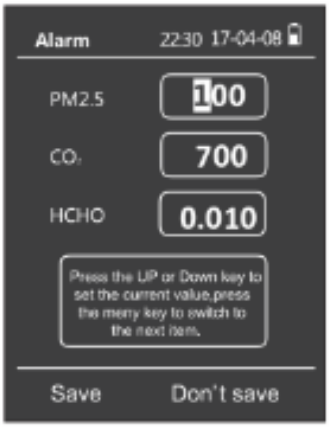
In the main menu, select " Set " to and press OK to enter this interface, it will display the 5 options below. Press ▲or ↓ to select a desired option. Then Press OK to enter the corresponding interface or press ↰to return to the main menu.

① "Date and time"
② "Alarm value"
③ "Help"
④ "Restore"
⑤ "Language"

8

Fuente: (Temtop, 2022)

The functions of above menu items are as follows:
① "Date and time": In settings interface, select this option and press OK to enter the interface and then press ▲ or ▼ to set the date. Press ☰ to shift. After switching to "Save" or "Don't Save", press OK to confirm the settings and back to the interface of settings.



⑦ "Alarm value": In settings interface, select this option and press OK to enter the interface and then press ▲ or ▼ to set the upper-limit alarm value of PM2.5 、CO_2 or HCHO concentration. Press ☰ to shift. After switching to " Save " or " Don't Save ", press OK to confirm the settings and back to the interface of settings.

③ "Help": Press OK to enter the interface and then press ▲ or ▼ to view instructions and notices, then press ↩ to back to the interface of settings.

9

Fuente: **(Temtop, 2022)**

④ " Restore": Press OK key and then a window showing " Restore factory settings as default " will pop up. Press ☰ key to switch to " Restore " or "Not restore"key , and then you can press OK key to choose to restore or not restore factory settings as default and then return to the interface of setting. Factory default settings include: the upper-limit alarm value of various concentration and languages.

⑤ "Language": Select "Language" and press OK to enter this interface and then press ☰ to shift. Press OK to confirm the language option. Use ☰ to shift between "Save"or "Don't Save". Press OK and return to the interface of settings.

Fuente: (Temtop, 2022)

Specifications

- Name: Hand-Held Air Quality Detector
- Model: M2000
- Display: color TFT LCD screen
- Battery voltage: 3.7VDC
- Overall dimension: 73.5 x 139 x 37.5 mm
- Power adapter:
  Output voltage: 5VDC
  Output current: 1A
- Operating environment:
  Temperature range: 0~50°C (32~122°F)
  Humidity range: 0~90%RH
  Atmospheric pressure: 1atm
- PM2.5 technical specification
  Measurement range: 0-999ug/m³
  Resolution: 0.1ug/m³
- PM10 technical specification
  Measurement range: 0-999ug/m³
  Resolution: 0.1ug/m³
- CO_2 technical specification
  Measurement range: 0-5000PPM
  Resolution: 1PPM
- HCHO technical specification
  Measurement range: 0-5mg/m³
  Resolution: 0.001mg/m³

Air Quality Parameter for Reference

Status / Pollutant	Good	Moderate	Unhealthy for Sensitive Groups	Unhealthy	Very Unhealthy	Hazardous
PM2.5 (μg/m³)	≤12	12.1~35.4	35.5~55.4	55.5~150.4	150.5~250.4	≥250.5
PM10 (μg/m³)	≤54	55~154	155~254	255~354	355~424	≥425
CO_2 (ppm)	≤700	701~1000	1001~1500	1501~2500	2501~5000	≥5001

Pollutant / Status	Healthy	Unhealthy
HCHO(mg/m³)	≤0.1	>0.1

Fuente: (Temtop, 2022)

Fuente: (Temtop, 2022)

Anexo 2

Manual de Usuario BTMETER - Anemómetro de Mano, Serie BT-100 (BTMETER, 2023)

Anemometro BT100

Anemómetro profesional multifunción: velocidad del viento, temperatura del viento, indicador de batería baja en pantalla LCD retroiluminada brillante.

BT-100 es un medidor de velocidad de viento portátil que puede medir con precisión la velocidad del aire en 5 unidades: m/s, km/h, pies/min, nudos, mph.

Temperatura del viento en °C/℉ (grados Celsius/Fahrenheit) Medidor de viento preciso: medidor de velocidad del viento para medir el rango de velocidad del viento de 0.67 ~ 67.1 mph (+/- 2% de las lecturas), temperatura del viento -10~140.0 °F, 14℉-113℉ (+/-35.6 °F, 35.6℉); Resolución 0.3 ft/s; 32.4 °F. 2 sensores de temperatura y 8 paletas hacen que este medidor de velocidad de aire sea sensible para medir un flujo de aire muy bajo en la instalación de HVAC, ventilación de conductos. Un buen ayudante en el cálculo de CFM.

Flujo de aire en CFM (Q)=Velocidad del viento (V) x Área seccional transversal del conducto (A).

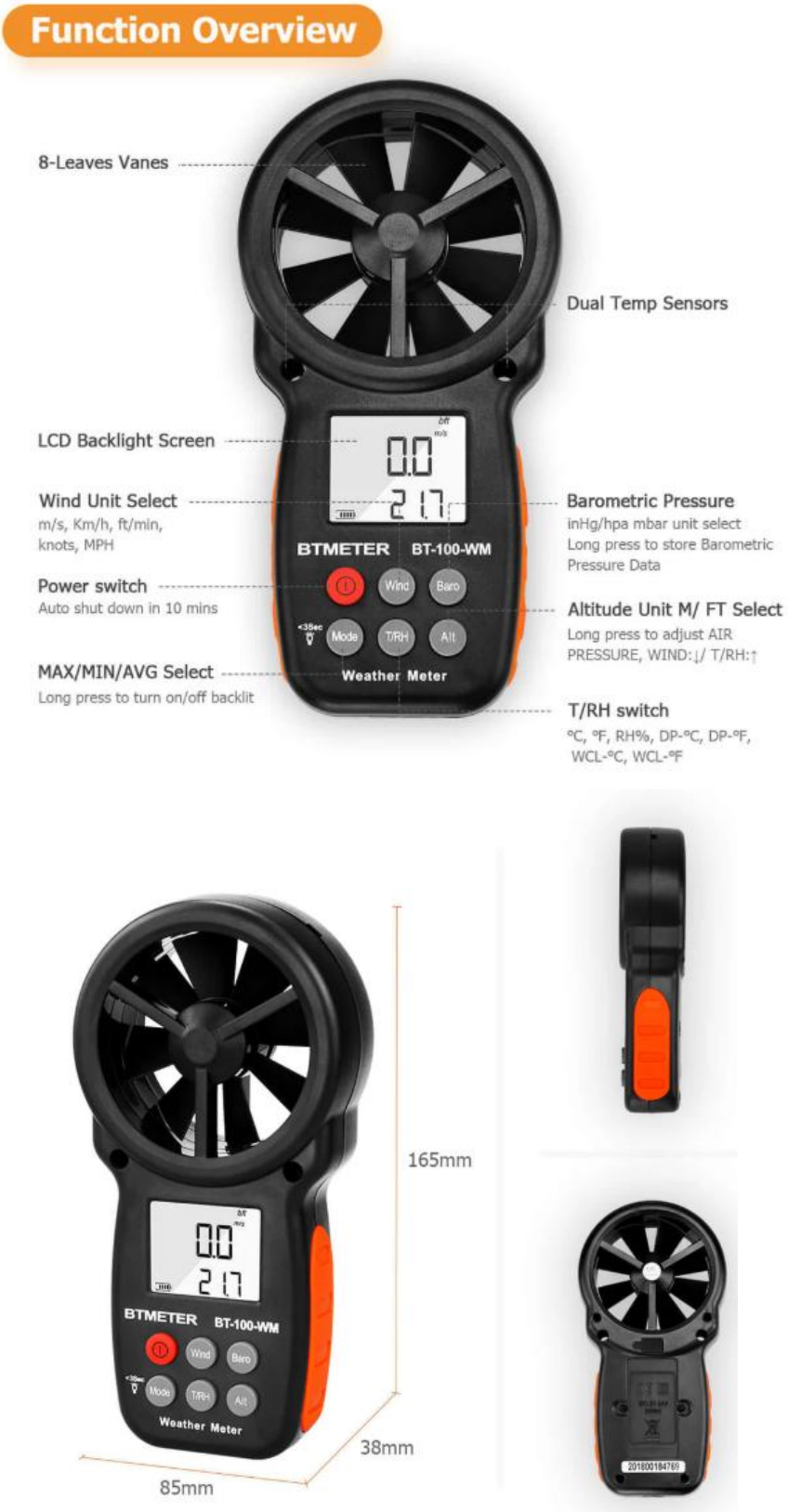
Orificio para trípode para montar: hay un agujero roscado de metal en la parte inferior del anemómetro digital, por lo que puedes fijarlo en un trípode para medir el viento continuo. Para liberar tus manos cuando vuelas drones, aviones rc, alas, helicópteros y quads, disparos de larga distancia.

Funda de anemómetro incluida: Es un medidor de velocidad de aire ligero, de tamaño de bolsillo, portátil para que tú y tu familia midan fuera para actividades al aire libre, tales como: disparo, vela en barco, vuelo de cometas, escalada, conducción de drones, etc.

Fácil de usar: apagado manual y automático opcional, pantalla de luz trasera para que puedas ver con claridad incluso en la oscuridad. 2 pilas AAA de 1.5 V incluidas para empezar cuando recibas el probador de viento.

Rango de Velocidad del Viento	0.67 ~ 67.1 mph
Unidades de Velocidad	m/s, km/h, ft/min, nudos, mph
Rango de Temperatura del Viento	14.0 °F-113 °F
Unidades de Temperatura Opcional	°C/°F

Fuente: (BTMETER, 2023)



Fuente: (BTMETER, 2023)

Fuente: (BTMETER, 2023)

SPECIFICATION

Wind Speed Range	0.3~30m/s
Temperature Range	-10℃~45℃
Relative Humidity	5~95%RH
Dew Point	0~50℃
Altitude Neasurement	0~6000m
Accuracy of Wind Speed	±5% of rdg
Accuracy of Wind Temperature	±2℃
Resolution	0.1m/s; 0.2℃; 0.1%RH
Back Light	√
Manual/Auto Power off	√
Wind Speed Unit Selection	m/s, Ft/min, Knots, Km/hr, Mph
Max/Average/Current	√
Wind Chill Indication	√
℃/℉	√
Barometer Indication	√
Real Time Measure	√
Battery Type	1.5V(AAA)*2
Size	165*85*38mm
Weight	200g

Fuente: (BTMETER, 2023)

Anexo 3

Informe de Calibración del Medidor de Calidad del Aire Temtop

El medidor de calidad del aire Temtop, utilizado para registrar niveles de CO2, PM2.5, PM10, temperatura y humedad, fue calibrado por un **Laboratorio de Calibración Acreditado ISO/IEC 17025:2017**, validado por el **Servicio de Acreditación Ecuatoriano**. Esta calibración asegura la precisión de los datos y la confiabilidad de las mediciones presentadas en este estudio.

Dcalibración
Mantenimiento y Calibración
Instrumentación Especializada

INFORME TÉCNICO DE CALIBRACION

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

Equipo:	Termohigrómetro de Medidor de CO2	Informe No.	CAL-THR-24010
Marca:	Temtop	Fecha:	2024-06-24
Modelo:	M2000C	Magnitud:	Temperatura y % Humedad Relativa
Serie:	No presenta		
Código:	No presenta	Unidad:	% HR / °C

LUGAR DE CALIBRACIÓN: Sala de trabajo Dcalibracion

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente: JEREMY CAMPOVERDE
Planta: Quito

PROCEDIMIENTO
Procedimiento utilizado: PT-04 TERMOHIGRÓMETROS

El Procedimiento utilizado en esta calibración ha sido desarrollado según los requerimientos de la Norma NTE/INEN ISO/IEC 17025:2018 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración"

TRAZABILIDAD
Se ha realizado la Calibración utlizando Patrones de Referencia con Trazabilidad a Patrones Internacionales. A través del INEN, el CMEE u otros según corresponda.

INCERTIDUMBRE
La incertidumbre de calibración fue estimada de acuerdo a la "Evaluación de datos de medición Guía para la expresión de la incertidumbre de medida JCGM 100:2008"

OBSERVACIONES:
Este Certificado se emite según los requerimientos de la Norma NTE/INEN ISO/IEC 17025:2018 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración"
No puede ser reproducido, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de dcalibración.
Los resultados presentados en este Certificado corresponden únicamente al equipo descrito, en el momento y con las condiciones de calibración detalladas.
La calibración NO incluye operaciones de ajuste y tampoco implica la comparación con requisito alguno.
Para calibraciones IN SITU el cliente al facilitar el área idónea para realizar las calibraciones es responsable por las condiciones ambientales del sitio designado.
Las condiciones ambientales para calibraciones en nuestras instalaciones No son controladas pero si monitoreadas y están dentro de la CLASE C según la referencia **ANSI/ISA-S71.01-1985.**
Las condiciones ambientales detalladas este Certificado son únicamente datos informativos.
No somos responsables de ninguna consecuencia debido a una errada interpretación de los resultados y uso de este Certificado, ni del uso

PATRONES UTILIZADOS

Equipo:	Termohigrómetro digital
Marca:	REED
Serie:	SD-3007 / S.002843
Código:	TRH07
Certificado de Calibración:	CGC-0514-001-24
Vigencia:	enero-2025

EQUIPOS AUXILIARES

Equipo:	Cámaras de vidrio
Código:	CV01 - 30% HR
Código:	CV02 - AMB
Código:	CV03 - 75% HR
Silica Gel 30% HR - Merck	1.01969.0000
NaCl 75% HR - Merck	1.106404.0000

FT-07
2024-01-31

San Juan de Cumbayá, calle Gral. Eloy Alfaro No.220 y Juan León Mera.
dcalibracion@gmail.com Telef. 593 2 3566391- 593 9 960692078
Quito -Ecuador

Página 1 de 2

Fuente: (Dcalibración, SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO, 2024)

INFORME DE RESULTADOS

		Informe No.	CAL-THR-24010
		Fecha:	2024-06-24

DATOS DEL PATRÓN

Equipo:	Termohigrómetro digital	Escala:	0% HR a 100% HR
Marca:	REED	Alcance:	80% HR
Serie:	SD-3007 / S.002843	Resolución:	0,1
Código:	TRH07		

DATOS DEL EQUIPO

Equipo:	Termohigrómetro de Medidor de CO2	Intervalo de medida Temp.	0°C a 50°C
Marca:	Temtop	Min. div. de esc. Temp. °C	0,1
Modelo:	M2000C	Intervalo de medida % HR	0% HR a 90% HR
Serie:	No presenta	Min. div. de esc % HR	0,1
Código:	No presenta		

CONDICIONES AMBIENTALES:		Temperatura (°C)	21,3
		Humedad Relativa (%HR)	53

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA

Se reporta una Incertidumbre expandida de medida, para un factor de cobertura **k=2**, con una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. Y fue estimada de acuerdo a la "Evaluación de datos de medición Guía para la expresión de la incertidumbre de medida JCGM 100:2008"

Estos resultados sólo amparan al instrumento en las medidas descritas con las condiciones y características que se presentan en el momento que se realizó la calibración y No corresponen a ninguna prueba de estabilidad del equipo calibrado.

LECTURAS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

LECTURA DE MEDIDA HUMEDAD RELATIVA (%HR)				
VALOR DE REFERENCIA (%HR)	**LECTURA DE PATRON CORREGIDO (%HR)**	**LECTURA MEDIA DEL EQUIPO (%HR)**	**CORRECCIÓN (%HR)**	**INCERTIDUMBRE Uc(yi) (±) (%HR)**
~ 30%HR	38,4	38,3	0,1	1,2
~ AMB%HR	54,5	53,2	1,3	1,2
~ 75%HR	77,1	75,9	1,2	1,2

LECTURA DE MEDIDA TEMPERATURA (°C)				
VALOR DE REFERENCIA (°C)	**LECTURA DE PATRON CORREGIDO (°C)**	**LECTURA MEDIA DEL EQUIPO (°C)**	**CORRECCIÓN (°C)**	**INCERTIDUMBRE Uc(yi) (±) (°C)**
30,0	29,9	29,7	0,2	0,22

TÉCNICOS RESPONSABLES

Calibrado por:

RICKY DANIEL RENGIFO GABILANES

Firmado digitalmente por RICKY DANIEL RENGIFO GABILANES
DN: CN=RICKY DANIEL RENGIFO GABILANES, SERIALNUMBER=0607231928 19, OU=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, O=SECURITY DATA S.A. 2, C=EC
Razón: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Foxit PDF Reader Versión: 2024.3.0

Ricky Rengifo
Técnico de Servicio

Aprobado por:

DIANA VIOLETA CUNAS TOAPANTA

Firmado digitalmente por DIANA VIOLETA CUNAS TOAPANTA
DN: CN=DIANA VIOLETA CUNAS TOAPANTA, SERIALNUMBER=2100231078 54, OU=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, O=SECURITY DATA S.A. 2, C=EC
Razón: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Fecha: 2024.06.24 15:55:19-05'00'
Foxit PDF Reader Versión: 2024.3.0

Diana Cunas
Supervisor de Servicio

Fuente: (Dcalibración, SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO, 2024)

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017

Acreditación N° SAE LC 10-009
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Escanee este QR para descargar informe original con firma electrónica en pdf

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CGC-0514-001-24

Cliente: *Customer*	CUÑAS TOPANTA DIANA VIOLETA
Dirección: *Address*	PICHINCHA / QUITO / CUMBAYA / GENERAL ELOY ALFARO N220 Y JUAN LEON MERA
Teléfono: *Phone Number*	3566391
Persona de Contacto: *Contact Person*	Diana Cuñas
Objeto: *Item*	TERMOHIGROMETRO

Escanee este QR y encuentre:
Etiqueta electrónica
Certificados originales en pdf
Histórico de Intervenciones
Documentos relevantes, manuales, fotografías

Marca: *Manufacturer*	REED
Modelo: *Model*	SD-3007
No. de Serie: *Serial Number*	S.002843
Identificación: *Identification*	TRH07
Ubicación del Objeto(1): *Item Location*	NO ESPECIFICA
Fecha de Recepción: *Date of Receipt*	2024-01-29
Fecha de Calibración: *Calibration Date*	2024-01-30
Próxima Fecha de Calibración: *Due Date*	-
Técnico Responsable: *Responsible Technician*	Sharly Perez

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)

In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2024-02-02
Person authorizing / Date of Issue

Gerente Técnico

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=090623155159, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2024-02-02 10:10:57

Fuente: (Dcalibración, SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO, 2024)

Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.

The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.

Incertidumbre de medida
Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor k, which for a t (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%

Equipamiento Utilizado
Equipment Used

Identificación *ID Number*	Nombre *Name*	Marca *Manufacturer*	Modelo *Model*	No. de Serie *Serial Number*	Vence Cal. *Due Date*	Nº Certificado *Nº Certificate*
EL.PT.773	TERMÓMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	6412	181228173	2024-12-11	CGC-7321-008-23
EL.PC.033	TERMÓHIGROMETRO PATRÓN	VAISALA	MI70/HMP76B	M1530040/M2130075	2024-10-19	2022007380
EL.PT.696	CÁMARA DE ESTABILIDAD	KAMBIC	KK-105 CHLT	17075513	2024-11-15	CGC-6690-018-23
EL.PT.365	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	190601459	2024-03-27	CC-1298-004-23

Fuente: (Dcalibración, SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO, 2024)

Calibración
Calibration

Unidad de Medida (Temperatura): *Unit of Measurement (Temperature)*	°C
Intervalo de Medición (Temperatura)[2]: *Measurement Range (Temperature)*	(-20 a 70) °C
Resolución (Temperatura): *Resolution (Temperature)*	0,1 °C
Unidad de Medida (Humedad): *Unit of Measurement (Humidity)*	%hr
Intervalo de Medición (Humedad)[2]: *Measurement Range (Humidity)*	(0 a 100) %hr
Resolución (Humedad): *Resolution (Humidity)*	0,1 %hr
Lugar de Calibración: *Calibration Site*	Lab. Temperatura Y Humedad (Elicrom)
Método de Calibración: *Calibration Method*	Comparación Directa Con Termohigrómetro Patrón Y Cámara De Estabilidad
Documento de Referencia: *Reference Document*	PC-026:2019 "Procedimiento para la calibración de Higrómetros y Termómetros ambientales"
Procedimiento de Calibración: *Calibration Procedure*	PEC.EL.04
Condiciones Ambientales: *Environmental Conditions*	Temperatura del Aire *Air Temperature* 23,2 °C ± 0,7 °C Humedad Relativa del Aire *Air Relative Humidity* 50,8 %hr ± 1,8 %hr

Observaciones
Observations

[1] Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.
[2] Información tomada de las especificaciones del objeto de calibración (proporcionada por el fabricante).

[1] Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.
[2] Information taken from the specifications of the calibration item (provided by the manufacturer).

LAS CALIBRACIONES MARCADAS CON (•) NO ESTÁN INCLUIDAS EN EL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE.

Fuente: (Dcalibración, SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO, 2024)

Declaración de Trazabilidad Metrológica
Statement of Metrological Traceability

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through NIST (National Institute of Standards and Technology - United States) or other National Metrology Institutes (NMIs).

Resultados de la Calibración en Temperatura
Temperature Calibration Results

Valor de Prueba *Test Value*	Indicación Ítem *Item Reading*	Indicación Patrón *Standard Reading*	Error de Medición (e) *Measurement Error (e)*	Incertidumbre (U) *Uncertainty (U)*	Factor de Cobertura (k) *Coverage Factor*	Humedad Relativa *Relative Humidity*
°C	°C	°C	°C	°C		%hr
20	20,1	20,02	0,08	0,21	2,00	50,60

El valor de humedad relativa reportado corresponde al de la cámara climática durante la calibración del ítem.
The relative humidity value reported corresponds to that of the climatic chamber during the calibration of the item.

Resultados de la Calibración en Humedad Relativa
Relative Humidity Calibration Results

Valor de Prueba *Test Value*	Indicación Ítem *Item Reading*	Indicación Patrón *Standard Reading*	Error de Medición (e) *Measurement Error (e)*	Incertidumbre (U) *Uncertainty (U)*	Factor de Cobertura (k) *Coverage Factor*	Temperatura *Temperature*
%hr	%hr	%hr	%hr	%hr		°C
30	31,7	30,33	1,37	0,81	2,00	23,00
60	59,3	60,32	-1,02	0,87	2,00	23,00
80 (•)	78,6	80,20	-1,60	0,98	2,00	23,00

El valor de temperatura reportado corresponde al de la cámara climática durante la calibración del ítem.
The temperature value reported corresponds to that of the climatic chamber during the calibration of the item.

Nota
Note

- La indicación del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).

- The standard reading and the measurement error (best estimate of the true value) are shown with the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).

Fuente: (Dcalibración, SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO, 2024)

Anexo 4

Informe de Calibración del Anemómetro BTMETER BT-100

El anemómetro de mano BTMETER BT-100, utilizado para medir la velocidad del viento y la temperatura, fue calibrado por un **Laboratorio de Calibración Acreditado ISO/IEC 17025:2017**, certificado por el **Servicio de Acreditación Ecuatoriano**. Esta calibración garantiza la precisión de las mediciones utilizadas en este estudio.

Dcalibración
Mantenimiento y Calibración
Instrumentación Especializada

INFORME TÉCNICO DE CALIBRACIÓN

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

Equipo:	Anemómetro	Informe No.	CAL-FT-24005
Marca:	BTMETER	Fecha:	2024-06-24
Modelo:	BT-100	Magnitud:	FLUJO DE AIRE
Serie:	2024 000 345 34	Unidad:	m/s
Código:	No presenta		

LUGAR DE CALIBRACIÓN: En sitio

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente: JEREMY CAMPOVERDE
Planta: Quito

PROCEDIMIENTO

Procedimiento utilizado: PT-34 Mantenimiento de cabinas de bioseguridad-flujo laminar.

El Procedimiento utilizado en esta calibración ha sido desarrollado según los requerimientos de la Norma NTE/INEN ISO/IEC 17025:2018 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración" que apliquen.

TRAZABILIDAD

Se ha realizado la Calibración utlizando Patrones de Referencia con Trazabilidad a Patrones Internacionales. A través del INEN, el CMEE u otros según corresponda.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de calibración fue estimada de acuerdo a la "Evaluación de datos de medición Guía para la expresión de la incertidumbre de medida JCGM 100:2008"

OBSERVACIONES:

Este Certificado se emite según los requerimientos de la Norma NTE/INEN ISO/IEC17025:2018.
No puede ser reproducido, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de dcalibración.
Los resultados presentados en este Certificado corresponden únicamente al equipo descrito, en el momento y con las condiciones de calibración detalladas.
La calibración NO incluye operaciones de ajuste y tampoco implica la comparación con requisito alguno.
Para calibraciones IN SITU el cliente al facilitar el área idónea para realizar las calibraciones es responsable por las condiciones ambientales del sitio designado.
Las condiciones ambientales para calibraciones en nuestras instalaciones No son controladas pero si monitoreadas y están dentro de la CLASE C según la referencia **ANSI/ISA-S71.01-1985.**
Las condiciones ambientales detalladas este Certificado son únicamente datos informativos.
No somos responsables de ninguna consecuencia debido a una errada interpretación de los resultados y uso de este Certificado, ni del uso inadecuado del equipo calibrado.
El cliente es responsable del intervalo apropiado de frecuencia de calibración.

PATRONES UTILIZADOS

Equipo:	Anemómetro
Marca:	TPI
Código:	AN01
Certificado:	CC-3985-001-22
Vigencia:	agosto-2024

EQUIPOS AUXILIARES

Equipo:	No aplica
Marca:	No aplica
Serie:	No aplica
Código:	No aplica
Informe de Calibración:	No aplica

Fuente: (Dcalibración, SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO, 2024)

INFORME DE RESULTADOS

		Informe No.	CAL-FT-24005
		Fecha:	2024-06-24

DATOS DEL PATRÓN

Equipo:	Anemómetro	Alcance:	18 m/s
Marca:	TPI		
Serie:	AN01		
Código:	CC-3985-001-22		

DATOS DEL EQUIPO

Equipo:	Anemómetro	Escala:	0,3 m/s - 30 m/s
Marca:	BTMETER	Alcance:	1 m/s - 5 m/s
Modelo:	BT-100	Resolución:	0,01
Serie:	2024 000 345 34		
Código:	No presenta		

CONDICIONES AMBIENTALES:

Temperatura (°C)	21,5
Humedad Relativa (%HR)	54,0

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA

Se reporta una Incertidumbre expandida de medida, para un factor de cobertura **k=2**, con una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre de calibración fue estimada de acuerdo a la "Evaluación de datos de medición Guía para la expresión de la incertidumbre de medida JCGM 100:2008"

Estos resultados sólo amparan al instrumento en las medidas descritas con las condiciones y características que se presentan en el momento que se realizó la calibración y No corresponen a ninguna prueba de estabilidad del equipo calibrado.

LECTURAS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

LECTURA DE MEDIDA UNIDADES m/s

VALOR DEL PATRÓN	VALOR PROMEDIO MEDIDO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE Uc(yi) (±) k=2
m/s	m/s	m/s	m/s
1,3	1,23	0,07	0,1
3,1	3,13	-0,03	0,1
5,2	5,17	0,03	0,1

TÉCNICOS RESPONSABLES

Calibrado por:

RICKY DANIEL RENGIFO GABILANES

Firmado digitalmente por RICKY DANIEL RENGIFO GABILANES
DN: CN=RICKY DANIEL RENGIFO GABILANES, SERIALNUMBER=0802731028I9, OU=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, O=SECURITY DATA S.A. 2, C=EC
Razón: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Foxit PDF Reader Versión: 2024.3.0

Ricky Rengifo
Técnico de Servicio

Revisado por:

DIANA VIOLETA CUNAS TOAPANTA

Firmado digitalmente por DIANA VIOLETA CUNAS TOAPANTA
DN: CN=DIANA VIOLETA CUNAS TOAPANTA, SERIALNUMBER=2903231701S4, OU=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, O=SECURITY DATA S.A. 2, C=EC
Razón: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Foxit PDF Reader Versión: 2024.3.0

Diana Cuñas
Supervisor de Servicio

Fuente: (Dcalibración, SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO, 2024)

Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

Número *Number* ***CC-3985-001-22***

Cliente: *Customer*	CUÑAS TOPANTA DIANA VIOLETA
Dirección: *Address*	PICHINCHA / QUITO / CUMBAYA / GENERAL ELOY ALFARO N220 Y JUAN LEON MERA
Teléfono: *Phone Number*	3566391
Persona de Contacto: *Contact Person*	Evelyn Llugllуna
Objeto: *Item*	ANEMÓMETRO
Marca: *Manufacturer*	TPI
Modelo: *Model*	565
No. de Serie: *Serial Number*	16338500010
Identificación(1): *Identification*	NO ESPECIFICA
Ubicación del Objeto(1): *Item Location*	NO ESPECIFICA
Fecha de Recepción: *Date of Receipt*	2022-08-01
Fecha de Calibración: *Calibration Date*	2022-08-02
Próxima Fecha de Calibración: *Due Date*	-
Técnico Responsable: *Responsible Technician*	Alex Bajaña

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)

In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2022-08-03
Person authorizing / Date of Issue

Gerente Técnico

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=110621145301, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022-08-03 09:52:23

Fuente: (Dcalibración, SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO, 2024)

Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

Número *Number* ***CC-3985-001-22***

Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.

The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.

Incertidumbre de medida

Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor k, which for a t (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%

Equipamiento Utilizado

Equipment Used

Identificación *ID Number*	Nombre *Name*	Marca *Manufacturer*	Modelo *Model*	No. de Serie *Serial Number*	Vence Cal. *Due Date*	Nº Certificado *Nº Certificate*
EL.PC.060	ANEMOMETRO PATRON	TSI ALNOR	AVM440	AVM441813009	2023-06-11	800424102
EL.PT.597	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	1081	160458369	2023-05-20	CC-2301-012-22
EL.PT.365	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	190601459	2023-03-30	CC-1187-005-22

Fuente: (Dcalibración, SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO, 2024)

Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

Número *Number* ***CC-3985-001-22***

Calibración
Calibration

Unidad de Medida: *Unit of Measurement*	m/s
Resolución: *Resolution*	0.1 m/s
Intervalo de Medición[2]: *Measurement Range*	(0.2 a 20)
Lugar de Calibración: *Calibration Site*	Laboratorio De Torque, Fuerza Y Presión (Elicrom)
Método de Calibración: *Calibration Method*	Comparación directa con anemómetro patrón y túnel de viento
Documento de Referencia: *Reference Document*	ISO 17713-1:2007
Procedimiento de Calibración: *Calibration Procedure*	PEC.EL.53

Condiciones Ambientales: *Environmental Conditions*		
	Temperatura del Aire *Air Temperature*	22,5 °C ± 0,3 °C
	Humedad Relativa del Aire *Air Relative Humidity*	69,4 %hr ± 1,7 %hr
	Presión Atmosférica *Atmospheric Pressure*	1012 hPa ± 1 hPa

Observaciones:
Observations

[1] Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.
[2] Información tomada de las especificaciones del objeto de calibración (proporcionada por el fabricante).

[1] Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.
[2] Information taken from the specifications of the calibration item (provided by the manufacturer).

Declaración de Trazabilidad Metrológica
Statement of Metrological Traceability

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through the NIST (National Institute of Standards and Technology - United States) or other National Metrology Institutes (NMIs).

Fuente: (Dcalibración, SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO, 2024)

ELICROM

ACCREDITED
Calibration Laboratory
Cert. No. 4286.01

Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

Número *Number* ***CC-3985-001-22***

Resultados de la Calibración

Calibration Results

Valor de Prueba *Test Value*	Indicación Ítem *Item Reading*	Indicación Patrón *Standard Reading*	Error de Medición (e) *Measurement Error (e)*	Incertidumbre (U) *Uncertainty (U)*	Factor de Cobertura *Coverage Factor*
m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	k
1	1,3	0,984	0,316	0,071	2,00
10	9,5	9,97	-0,47	0,14	2,00
18	17,4	18,074	-0,674	0,067	2,00

Nota

Note

- La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).
- Se ha realizado cinco mediciones por cada valor de prueba.

- The standard reading and measurement error (best estimate of the true value) are shown with the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).
- Five measurements have been performed by each test value.

FO.PEC.53-02 Rev. 05

Fuente: (Dcalibración, SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO, 2024)

Anexos Fundamentación Teórica

Anexo 3

Resultado de la práctica con 0 personas y 0 de potencia en la ventilación VW POLO.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
01-04-25 20:12	8.5	15.3	427	17.11	74.1	C
01-04-25 20:13	7.7	13	439	17.44	70.9	C
01-04-25 20:14	7.6	12.8	439	17.72	69.1	C
01-04-25 20:15	6.9	11.8	453	17.94	67	C
01-04-25 20:16	7.6	11.6	465	18.17	65.5	C
01-04-25 20:17	6.6	11	470	18.22	64.4	C
01-04-25 20:18	6.3	10.9	480	18.33	63.3	C
01-04-25 20:19	6.1	10.1	487	18.44	62.7	C
01-04-25 20:20	5.9	9.8	488	18.56	61.7	C
01-04-25 20:21	5.2	9	496	18.72	61	C
01-04-25 20:22	5.9	10.3	498	18.67	60.4	C
01-04-25 20:23	5.8	9.8	501	18.72	59.7	C
01-04-25 20:24	5.7	9.6	505	18.78	59.4	C
01-04-25 20:25	5.5	9.3	510	18.83	58.7	C
01-04-25 20:26	5.7	10	514	18.94	58.3	C
01-04-25 20:27	5.5	9.5	515	18.89	58.1	C
01-04-25 20:28	5.4	9.1	516	18.94	57.6	C
01-04-25 20:29	7.1	10.8	517	19.06	57.6	C
01-04-25 20:30	5.8	9.8	520	18.94	57	C
01-04-25 20:31	6	10.6	521	19.06	56.7	C
01-04-25 20:32	5.1	8	520	18.94	56.6	C
01-04-25 20:33	5.4	9.8	525	18.94	56.3	C
01-04-25 20:34	5.5	8.7	526	18.94	56.3	C
01-04-25 20:35	5.8	9.8	526	18.94	55.9	C
01-04-25 20:36	5.2	9.1	527	19.00	55.7	C
01-04-25 20:37	4.4	7.4	528	18.89	55.7	C
01-04-25 20:38	4.9	8.2	530	18.89	55.4	C
01-04-25 20:39	5	8.3	532	19.00	55.5	C
01-04-25 20:40	4.6	7.7	529	18.89	55.2	C
01-04-25 20:41	4.5	6.9	529	19.00	55	C

Fuente: Autor

Anexo 5

Resultado de la práctica con 1 personas y 0 de potencia en la ventilación *VW POLO*.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
01-04-25 20:49	0.9	1.5	905	22	55.1	C
01-04-25 20:50	1.3	2	915	22	54.7	C
01-04-25 20:51	0.9	1.3	1001	22	54.7	C
01-04-25 20:52	0.9	1.5	1009	22.1	54.6	C
01-04-25 20:53	0.8	1.5	1015	22.1	54.6	C
01-04-25 20:54	0.8	1.5	1016	22.2	54.8	C
01-04-25 20:55	1.2	1.8	1019	22.1	54.9	C
01-04-25 20:56	0.8	1.3	1020	22.1	55	C
01-04-25 20:57	0.6	0.6	1061	22.2	55	C
01-04-25 20:58	1	1.3	1078	22.2	55	C
01-04-25 20:59	0.7	1.3	1094	22.3	55.1	C
01-04-25 21:00	0.7	1.2	1110	22.2	55.2	C
01-04-25 21:01	0.7	0.7	1127	22.2	55.4	C
01-04-25 21:02	0.8	1.5	1143	22.2	55.4	C
01-04-25 21:03	0.9	1.4	1160	22.2	55.6	C
01-04-25 21:04	0.9	1.1	1176	22.3	55.8	C
01-04-25 21:05	0.8	1.5	1192	22.3	55.8	C
01-04-25 21:06	0.7	1.2	1209	22.3	55.9	C
01-04-25 21:07	0.8	1.3	1225	22.3	55.9	C
01-04-25 21:08	0.8	1.1	1241	22.3	56	C
01-04-25 21:09	0.8	1.4	1258	22.4	56.1	C
01-04-25 21:10	0.9	1	1274	22.3	56.1	C
01-04-25 21:11	0.9	1.8	1291	22.3	56.2	C
01-04-25 21:12	0.7	1.1	1307	22.3	56.2	C
01-04-25 21:13	0.7	1	1323	22.3	56.2	C
01-04-25 21:14	0.6	0.9	1340	22.4	56.4	C
01-04-25 21:15	0.5	0.8	1356	22.3	56.3	C
01-04-25 21:16	0.7	1.2	1372	22.4	56.3	C
01-04-25 21:17	0.9	1.7	1389	22.5	56.4	C
01-04-25 21:18	1.2	1.5	1405	22.4	56.5	C

Fuente: Autor

Anexo 6

Resultado de la práctica con 2 personas y 0 de potencia en la ventilación *VW POLO*.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
01-04-25 21:23	5.5	9.3	1023	18	64.5	C
01-04-25 21:24	5.4	8.5	1078	17.4	66.4	C
01-04-25 21:25	5.6	8.7	1135	16.8	68.4	C
01-04-25 21:26	5.5	9.9	1159	17.2	68.3	C
01-04-25 21:27	5.4	9	1197	17.7	66.7	C
01-04-25 21:28	5.7	9.8	1225	17.9	66.4	C
01-04-25 21:29	5.9	9.8	1268	18.4	66.4	C
01-04-25 21:30	6.3	11.4	1289	18.5	66.1	C
01-04-25 21:31	6.1	10.6	1318	18.8	66.4	C
01-04-25 21:32	6.3	10.8	1368	19.1	66	C
01-04-25 21:33	6.4	11.4	1399	19.3	65.9	C
01-04-25 21:34	6.4	10.3	1435	19.6	65.7	C
01-04-25 21:35	7	12.6	1458	19.7	65.7	C
01-04-25 21:36	6.9	11.1	1472	19.9	65.6	C
01-04-25 21:37	7.4	13	1596	20.1	65.3	C
01-04-25 21:38	7.7	13.3	1658	20.3	65.2	C
01-04-25 21:39	8.3	14.9	1735	20.5	65	C
01-04-25 21:40	7.8	12.6	1836	20.6	64.9	C
01-04-25 21:41	7.6	12.2	1949	20.7	64.8	C
01-04-25 21:42	8.5	14.6	2025	20.9	64.9	C
01-04-25 21:43	8	13.7	2358	21	64.5	C
01-04-25 21:44	8.4	13.6	2530	21.2	64.5	C
01-04-25 21:45	9	15.3	2694	21.3	64.2	C
01-04-25 21:46	9.3	16.4	2782	21.4	64.2	C
01-04-25 21:47	9.5	16	3139	21.5	64.1	C
01-04-25 21:48	10	16.2	3627	21.6	64.1	C
01-04-25 21:49	10.7	17.9	3726	21.8	63.8	C
01-04-25 21:50	9.8	15.4	3954	21.8	64	C
01-04-25 21:51	10.3	16.5	4259	21.8	63.8	C
01-04-25 21:52	10.5	16.5	4385	21.9	63.7	C

Fuente: Autor

Anexo 7

Resultado de la práctica con 0 personas y 1 de potencia en la ventilación *VW POLO*.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
01-04-25 21:59	1.7	3.1	416	20.5	55.6	C
01-04-25 22:00	1.3	2.1	412	20.3	55.3	C
01-04-25 22:01	0.7	1.1	410	20.3	54.6	C
01-04-25 22:02	0.8	1.4	407	20.1	54.1	C
01-04-25 22:03	0.7	0.9	406	20.1	53.9	C
01-04-25 22:04	0.4	0.6	404	20.2	53.5	C
01-04-25 22:05	0.3	0.3	401	20	53.4	C
01-04-25 22:06	0.4	0.4	399	20.1	53	C
01-04-25 22:07	0.4	0.4	396	20	52.8	C
01-04-25 22:08	0.4	0.6	394	20.1	52.7	C
01-04-25 22:09	0.4	0.5	392	20.1	52.4	C
01-04-25 22:10	0.2	0.3	389	20.1	52.4	C
01-04-25 22:11	0.1	0.3	387	20.2	52.2	C
01-04-25 22:12	0.2	0.4	385	20.1	52	C
01-04-25 22:13	0.4	0.5	382	20.1	52.1	C
01-04-25 22:14	0.1	0.2	380	20.2	51.8	C
01-04-25 22:15	0.2	0.2	378	20.1	51.8	C
01-04-25 22:16	0.3	0.3	376	20.3	51.6	C
01-04-25 22:17	0.2	0.2	373	20.2	51.5	C
01-04-25 22:18	0.1	0.3	371	20.2	51.5	C
01-04-25 22:19	0.4	0.5	369	20.4	51.3	C
01-04-25 22:20	0.1	0.2	366	20.3	51.3	C
01-04-25 22:21	0.3	0.5	364	20.4	51.2	C
01-04-25 22:22	0.3	0.4	362	20.4	51.1	C
01-04-25 22:23	0.3	0.6	359	20.4	51	C
01-04-25 22:24	0.2	0.2	357	20.4	50.9	C
01-04-25 22:25	0.3	0.3	355	20.4	51	C
01-04-25 22:26	0.1	0.4	352	20.6	50.9	C
01-04-25 22:27	0.2	0.3	350	20.5	50.8	C
01-04-25 22:28	0.1	0.3	348	20.5	50.8	C

Fuente: Autor

Anexo 8

Resultado de la práctica con 1 personas y 1 de potencia en la ventilación *VW POLO*.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
01-04-25 22:38	9	14.5	926	18.9	62.6	C
01-04-25 22:39	2.4	3.9	913	19.3	60.8	C
01-04-25 22:40	2.3	3.3	907	19.7	57.5	C
01-04-25 22:41	1.1	1.2	901	20.2	55.8	C
01-04-25 22:42	0.8	1.4	895	20.3	55	C
01-04-25 22:43	0.7	1.1	904	20.6	54	C
01-04-25 22:44	0.5	0.6	903	20.9	53.4	C
01-04-25 22:45	0.3	0.4	901	21.2	52.4	C
01-04-25 22:46	0.6	0.7	897	21.6	51.5	C
01-04-25 22:47	0.3	0.5	895	21.8	50.9	C
01-04-25 22:48	0.5	0.9	896	22	50.3	C
01-04-25 22:49	0.3	0.3	897	22.2	49.8	C
01-04-25 22:50	0.1	0.2	902	22.3	49.9	C
01-04-25 22:51	0.1	0.1	899	22.5	49.6	C
01-04-25 22:52	0.4	0.6	897	22.6	49.4	C
01-04-25 22:53	0.2	0.2	895	22.6	49.1	C
01-04-25 22:54	0.3	0.3	894	22.8	49.1	C
01-04-25 22:55	0.2	0.3	896	22.9	48.7	C
01-04-25 22:56	0.2	0.2	896	23	48.9	C
01-04-25 22:57	0.3	0.6	895	23.1	48.9	C
01-04-25 22:58	0.2	0.4	897	23.1	48.8	C
01-04-25 22:59	0.4	0.4	898	23.1	48.8	C
01-04-25 23:00	0.2	0.3	902	23.2	48.9	C
01-04-25 23:01	0.2	0.3	901	23.3	49	C
01-04-25 23:02	0.3	0.5	901	23.2	49.3	C
01-04-25 23:03	0.1	0.2	897	23.3	49.6	C
01-04-25 23:04	0.2	0.2	898	23.3	49.4	C
01-04-25 23:05	0.3	0.3	897	23.3	49.4	C
01-04-25 23:06	0.2	0.3	899	23.5	49.5	C
01-04-25 23:07	0.2	0.3	902	23.4	49.6	C

Fuente: Autor

Anexo 9

Resultado de la práctica con 2 personas y 1 de potencia en la ventilación *VW POLO*.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
01-04-25 23:22	4.5	8.4	1134	24.9	63.9	C
01-04-25 23:23	2.9	5.3	1130	24.8	63.1	C
01-04-25 23:24	1.7	2.9	1127	24.7	62.9	C
01-04-25 23:25	1.6	2.9	1125	24.7	62.7	C
01-04-25 23:26	1.6	1.8	1119	24.7	62.3	C
01-04-25 23:27	0.8	1	1114	24.5	62.2	C
01-04-25 23:28	0.4	0.8	1113	24.4	61.4	C
01-04-25 23:29	0.2	0.5	1108	24.3	61	C
01-04-25 23:30	0.5	0.6	1104	24.2	60.7	C
01-04-25 23:31	0.4	0.4	1105	24.2	60.4	C
01-04-25 23:32	0.4	0.6	1103	24	60.2	C
01-04-25 23:33	0.4	0.5	1101	23.9	60.1	C
01-04-25 23:34	0.3	0.3	1098	238	60	C
01-04-25 23:35	0.2	0.3	1097	23.7	59.8	C
01-04-25 23:36	0.2	0.3	1098	23.7	59.6	C
01-04-25 23:37	0.2	0.2	1099	23.5	59.6	C
01-04-25 23:38	0.3	0.3	1100	23.4	59.4	C
01-04-25 23:39	0.3	0.3	1101	23.2	59.3	C
01-04-25 23:40	0.2	0.3	1102	23.1	59.2	C
01-04-25 23:41	0.3	0.5	1102	23.1	59.3	C
01-04-25 23:42	1.4	1.8	1101	22.8	59.4	C
01-04-25 23:43	1	1.3	1103	22.7	59.5	C
01-04-25 23:44	0.4	0.4	1104	22.5	59.7	C
01-04-25 23:45	0.4	0.6	1103	23.3	59.5	C
01-04-25 23:46	0.1	0.3	1104	22.1	59.4	C
01-04-25 23:47	0.1	0.4	1106	21.7	59.6	C
01-04-25 23:48	1.3	1.4	1105	21.5	59.5	C
01-04-25 23:49	0.9	1.1	1103	21.2	59.5	C
01-04-25 23:50	0.4	0.5	1104	20.9	59.5	C
01-04-25 23:51	0.5	0.9	1106	20.7	59.7	C

Fuente: Autor

Anexo 10

Resultado de la práctica con 0 personas y 2 de potencia en la ventilación *VW POLO*.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
01-04-25 23:55	1.2	2.1	434	20.9	55.4	C
01-04-25 23:56	1.1	2	429	20.9	53.5	C
01-04-25 23:57	0.3	0.3	427	21	53	C
01-04-25 23:58	0.4	0.6	425	21	52.4	C
01-04-25 23:59	0.3	0.3	424	21	52.2	C
02-04-25 0:00	0.2	0.2	420	21	51.9	C
02-04-25 0:01	0.1	0.3	408	21.1	51.8	C
02-04-25 0:02	0.2	0.2	399	21.2	51.8	C
02-04-25 0:03	0.2	0.2	397	21.1	51.6	C
02-04-25 0:04	0.2	0.4	395	21.2	51.5	C
02-04-25 0:05	0.2	0.2	393	21.3	51.4	C
02-04-25 0:06	0.3	0.3	387	21.3	51.3	C
02-04-25 0:07	0.2	0.3	382	21.5	51.3	C
02-04-25 0:08	0.2	0.2	377	21.4	51.2	C
02-04-25 0:09	0.2	0.3	373	21.4	51.1	C
02-04-25 0:10	0.2	0.3	368	21.6	51.1	C
02-04-25 0:11	0.1	0.3	364	21.6	51	C
02-04-25 0:12	0.3	0.4	362	21.7	51.1	C
02-04-25 0:13	0.1	0.2	360	21.8	51	C
02-04-25 0:14	0.1	0.3	354	21.7	50.9	C
02-04-25 0:15	0.3	0.3	351	21.8	50.9	C
02-04-25 0:16	0.2	0.2	350	21.8	50.9	C
02-04-25 0:17	0.2	0.2	347	21.8	51	C
02-04-25 0:18	0.2	0.3	342	21.9	50.8	C
02-04-25 0:19	0.1	0.3	339	21.9	50.8	C
02-04-25 0:20	0.1	0.3	337	22	50.8	C
02-04-25 0:21	0.1	0.3	335	22	50.8	C
02-04-25 0:22	0.1	0.3	332	22	50.8	C
02-04-25 0:23	0.2	0.4	330	22.2	50.8	C
02-04-25 0:24	0.2	0.4	329	22.1	50.7	C

Fuente: Autor

Anexo 11

Resultado de la práctica con 1 personas y 2 de potencia en la ventilación *VW POLO*.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
02-04-25 0:31	2.9	5	912	22.1	54.9	C
02-04-25 0:32	1.9	2.9	908	22.3	53.4	C
02-04-25 0:33	0.8	1.5	904	22.7	52.2	C
02-04-25 0:34	0.7	1.3	901	22.9	51.7	C
02-04-25 0:35	0.5	0.6	897	23.1	51.2	C
02-04-25 0:36	0.5	0.6	894	23.4	51	C
02-04-25 0:37	0.4	0.4	891	23.4	50.8	C
02-04-25 0:38	0.1	0.2	884	23.5	50.7	C
02-04-25 0:39	0.2	0.3	885	23.6	50.6	C
02-04-25 0:40	0.2	0.2	882	23.7	50.5	C
02-04-25 0:41	0.2	0.4	880	23.9	50.3	C
02-04-25 0:42	0.3	0.7	879	23.9	50.2	C
02-04-25 0:43	0.1	0.2	876	24	50.1	C
02-04-25 0:44	0.2	0.3	873	24.1	50.1	C
02-04-25 0:45	0.2	0.5	871	24.2	50	C
02-04-25 0:46	0.3	0.3	867	24.3	49.9	C
02-04-25 0:47	0.2	0.2	865	24.2	49.9	C
02-04-25 0:48	0.2	0.3	861	24.3	50	C
02-04-25 0:49	0.2	0.3	858	24.3	50.1	C
02-04-25 0:50	0.2	0.2	856	24.4	49.8	C
02-04-25 0:51	0.3	0.3	853	24.5	50	C
02-04-25 0:52	0.3	0.3	851	24.4	49.8	C
02-04-25 0:53	0.1	0.3	850	24.5	49.9	C
02-04-25 0:54	0.2	0.2	848	24.5	50.3	C
02-04-25 0:55	0.3	0.3	843	24.6	50.1	C
02-04-25 0:56	0.2	0.2	842	24.8	49.8	C
02-04-25 0:57	0.1	0.3	841	24.8	49.9	C
02-04-25 0:58	0.3	0.3	840	24.9	49.7	C
02-04-25 0:59	0.2	0.2	838	24.9	49.7	C
02-04-25 1:00	0.2	0.2	840	25	49.6	C

Fuente: Autor

Anexo 12

Resultado de la práctica con 2 personas y 2 de potencia en la ventilación *VW POLO*.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
02-04-25 1:07	6	10.2	1202	26.3	60.1	C
02-04-25 1:08	4.5	7.5	1198	26.3	58.3	C
02-04-25 1:09	3.1	5.3	1197	26.1	57.5	C
02-04-25 1:10	1.4	2.1	1195	26	58.1	C
02-04-25 1:11	1.2	2.2	1192	26	58.4	C
02-04-25 1:12	0.6	0.9	1189	25.8	58.6	C
02-04-25 1:13	0.6	1.3	1185	25.8	58.8	C
02-04-25 1:14	0.6	1.1	1180	25.7	58.9	C
02-04-25 1:15	0.3	0.5	1178	25.6	58.8	C
02-04-25 1:16	0.2	0.4	1176	25.6	58.9	C
02-04-25 1:17	0.3	0.4	1172	25.5	58.7	C
02-04-25 1:18	0.4	0.5	1167	25.4	58.6	C
02-04-25 1:19	3.8	4.1	1162	25.3	58.8	C
02-04-25 1:20	0.2	0.3	1158	25.2	58.7	C
02-04-25 1:21	0.3	0.4	1154	25.2	58.7	C
02-04-25 1:22	0.2	0.2	1150	25	58.9	C
02-04-25 1:23	0.2	0.2	1148	24.9	58.8	C
02-04-25 1:24	0.1	0.1	1142	24.8	58.9	C
02-04-25 1:25	0.3	0.4	1139	24.6	58.8	C
02-04-25 1:26	0.2	0.3	1137	24.6	58.7	C
02-04-25 1:27	0.1	0.3	1132	24.3	58.8	C
02-04-25 1:28	0.2	0.3	1127	24.2	58.9	C
02-04-25 1:29	0.1	0.4	1120	24	58.9	C
02-04-25 1:30	0.1	0.3	1115	23.8	58.9	C
02-04-25 1:31	0.2	0.5	1109	23.7	59	C
02-04-25 1:32	0.2	0.4	1102	23.4	59.1	C
02-04-25 1:33	0.1	0.3	1098	23.2	59.1	C
02-04-25 1:34	0.3	0.5	1097	22.9	59	C
02-04-25 1:35	0.1	0.4	1096	22.3	59.1	C
02-04-25 1:36	0.2	0.2	1095	21.5	59.1	C

Fuente: Autor

Anexo 13

Resultado de la práctica con 0 personas y 0 de potencia en la ventilación Mazda 3.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
02-04-25 20:03	1.7	2.1	419	17.11	74.1	C
02-04-25 20:04	1.3	2	425	17.44	70.9	C
02-04-25 20:05	0.7	0.3	430	17.72	69.1	C
02-04-25 20:06	0.8	0.6	445	17.94	67	C
02-04-25 20:07	0.7	0.3	453	18.17	65.5	C
02-04-25 20:08	0.4	0.2	465	18.22	64.4	C
02-04-25 20:09	0.3	0.3	470	18.33	63.3	C
02-04-25 20:10	0.4	0.2	478	18.44	62.7	C
02-04-25 20:11	0.4	0.2	482	18.56	61.7	C
02-04-25 20:12	0.4	0.4	489	18.72	61	C
02-04-25 20:13	0.4	0.2	495	18.67	60.4	C
02-04-25 20:14	0.2	0.3	503	18.72	59.7	C
02-04-25 20:15	0.1	0.3	509	18.78	59.4	C
02-04-25 20:16	0.2	0.2	515	18.83	58.7	C
02-04-25 20:17	0.4	0.3	520	18.94	58.3	C
02-04-25 20:18	0.1	0.3	523	18.89	58.1	C
02-04-25 20:19	0.2	0.3	525	18.94	57.6	C
02-04-25 20:20	0.3	0.4	528	19.06	57.6	C
02-04-25 20:21	0.2	0.2	531	18.94	57	C
02-04-25 20:22	0.1	0.3	534	19.06	56.7	C
02-04-25 20:23	0.4	0.3	537	18.94	56.6	C
02-04-25 20:24	0.1	0.2	538	18.94	56.3	C
02-04-25 20:25	0.3	0.2	540	18.94	56.3	C
02-04-25 20:26	0.3	0.3	542	18.94	55.9	C
02-04-25 20:27	0.3	0.3	545	19.00	55.7	C
02-04-25 20:28	0.2	0.3	550	18.89	55.7	C
02-04-25 20:29	0.3	0.3	552	18.89	55.4	C
02-04-25 20:30	0.1	0.3	555	19.00	55.5	C
02-04-25 20:31	0.2	0.4	557	18.89	55.2	C
02-04-25 20:32	0.1	0.4	561	19.00	55	C

Fuente: Autor

Anexo 14

Resultado de la práctica con 0 personas y 1 de potencia en la ventilación Mazda 3.

DATE	PM2.5(ug/m3	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
02-04-25 20:37	4.5	5	874	22	55.1	C
02-04-25 20:38	2.9	2.9	905	22	54.7	C
02-04-25 20:39	1.7	1.5	978	22	54.7	C
02-04-25 20:40	1.6	1.3	1005	22.1	54.6	C
02-04-25 20:41	1.6	0.6	1169	22.1	54.6	C
02-04-25 20:42	0.8	0.6	1199	22.2	54.8	C
02-04-25 20:43	0.4	0.4	1236	22.1	54.9	C
02-04-25 20:44	0.2	0.2	1249	22.1	55	C
02-04-25 20:45	0.5	0.3	1286	22.2	55	C
02-04-25 20:46	0.4	0.2	1325	22.2	55	C
02-04-25 20:47	0.4	0.4	1368	22.3	55.1	C
02-04-25 20:48	0.4	0.7	1378	22.2	55.2	C
02-04-25 20:49	0.3	0.2	1399	22.2	55.4	C
02-04-25 20:50	0.2	0.3	1401	22.2	55.4	C
02-04-25 20:51	0.2	0.5	1436	22.2	55.6	C
02-04-25 20:52	0.2	0.3	1449	22.3	55.8	C
02-04-25 20:53	0.3	0.2	1489	22.3	55.8	C
02-04-25 20:54	0.3	0.3	1556	22.3	55.9	C
02-04-25 20:55	0.2	0.3	1569	22.3	55.9	C
02-04-25 20:56	0.3	0.2	1679	22.3	56	C
02-04-25 20:57	1.4	0.3	1680	22.4	56.1	C
02-04-25 20:58	1	0.3	1690	22.3	56.1	C
02-04-25 20:59	0.4	0.3	1693	22.3	56.2	C
02-04-25 21:00	0.4	0.2	1701	22.3	56.2	C
02-04-25 21:01	0.1	0.3	1709	22.3	56.2	C
02-04-25 21:02	0.1	0.2	1720	22.4	56.4	C
02-04-25 21:03	1.3	0.3	1725	22.3	56.3	C
02-04-25 21:04	0.9	0.3	1727	22.4	56.3	C
02-04-25 21:05	0.4	0.2	1734	22.5	56.4	C
02-04-25 21:06	0.5	0.2	1735	22.4	56.5	C

Fuente: Autor

Anexo 15

Resultado de la práctica con 0 personas y 2 de potencia en la ventilación Mazda 3.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
02-04-25 21:10	0.2	0.2	1152	19	64.5	C
02-04-25 21:11	0.2	0.4	1170	19.5	66.4	C
02-04-25 21:12	0.3	0.5	1220	19.2	68.4	C
02-04-25 21:13	0.2	0.3	1279	19.5	68.3	C
02-04-25 21:14	0.1	0.4	1368	20	66.7	C
02-04-25 21:15	0.3	0.5	1396	20.04	66.4	C
02-04-25 21:16	0.2	0.3	1489	20.24	66.4	C
02-04-25 21:17	0.2	0.4	1722	20.44	66.1	C
02-04-25 21:18	0.4	0.3	2189	20.64	66.4	C
02-04-25 21:19	0.2	0.3	2259	20.84	66	C
02-04-25 21:20	0.3	0.3	2297	21.04	65.9	C
02-04-25 21:21	0.2	0.4	2369	21.24	65.7	C
02-04-25 21:22	0.2	0.1	2389	21.44	65.7	C
02-04-25 21:23	0.3	0.2	2416	21.64	65.6	C
02-04-25 21:24	0.2	0.2	2419	21.84	65.3	C
02-04-25 21:25	0.4	0.4	2538	22.04	65.2	C
02-04-25 21:26	0.1	0.3	2568	22.24	65	C
02-04-25 21:27	0.1	4.1	2599	22.44	64.9	C
02-04-25 21:28	0.3	0.5	2654	22.64	64.8	C
02-04-25 21:29	0.5	0.4	2687	22.84	64.9	C
02-04-25 21:30	0.3	0.4	2798	23.04	64.5	C
02-04-25 21:31	0.6	0.5	3159	23.24	64.5	C
02-04-25 21:32	0.3	1.1	3319	23.44	64.2	C
02-04-25 21:33	0.5	1.3	3392	23.64	64.2	C
02-04-25 21:34	0.7	0.9	3468	23.84	64.1	C
02-04-25 21:35	0.8	2.2	3537	24.04	64.1	C
02-04-25 21:36	1.1	2.1	3987	24.24	63.8	C
02-04-25 21:37	2.3	3.2	4168	24.44	64	C
02-04-25 21:38	2.4	4.1	4359	24.64	63.8	C
02-04-25 21:39	2.9	5.3	4487	24.84	63.7	C

Fuente: Autor

Anexo 16

Resultado de la práctica con 1 personas y 0 de potencia en la ventilación Mazda 3.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
02-04-25 21:42	2.9	15.3	456	20.5	55.6	C
02-04-25 21:43	1.9	13	450	20.3	55.3	C
02-04-25 21:44	0.8	12.8	449	20.3	54.6	C
02-04-25 21:45	0.7	11.8	441	20.1	54.1	C
02-04-25 21:46	0.5	11.6	439	20.1	53.9	C
02-04-25 21:47	0.5	11	434	20.2	53.5	C
02-04-25 21:48	0.4	10.9	430	20	53.4	C
02-04-25 21:49	0.1	10.1	425	20.1	53	C
02-04-25 21:50	0.2	9.8	421	20	52.8	C
02-04-25 21:51	0.2	9	417	20.1	52.7	C
02-04-25 21:52	0.2	10.3	412	20.1	52.4	C
02-04-25 21:53	0.3	9.8	408	20.1	52.4	C
02-04-25 21:54	0.1	9.6	404	20.2	52.2	C
02-04-25 21:55	0.2	9.3	403	20.1	52	C
02-04-25 21:56	0.2	10	400	20.1	52.1	C
02-04-25 21:57	0.3	9.5	397	20.2	51.8	C
02-04-25 21:58	0.2	9.1	391	20.1	51.8	C
02-04-25 21:59	0.2	10.8	387	20.3	51.6	C
02-04-25 22:00	0.2	9.8	385	20.2	51.5	C
02-04-25 22:01	0.2	10.6	379	20.2	51.5	C
02-04-25 22:02	0.3	8	375	20.4	51.3	C
02-04-25 22:03	0.3	9.8	371	20.3	51.3	C
02-04-25 22:04	0.1	8.7	367	20.4	51.2	C
02-04-25 22:05	0.2	9.8	363	20.4	51.1	C
02-04-25 22:06	0.3	9.1	359	20.4	51	C
02-04-25 22:07	0.2	7.4	357	20.4	50.9	C
02-04-25 22:08	0.1	8.2	356	20.4	51	C
02-04-25 22:09	0.3	8.3	350	20.6	50.9	C
02-04-25 22:10	0.2	7.7	347	20.5	50.8	C
02-04-25 22:11	0.2	6.9	341	20.5	50.8	C

Fuente: Autor

Anexo 17

Resultado de la práctica con 1 personas y 1 de potencia en la ventilación Mazda 3.

DATE	PM2.5(ug/m3	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
02-04-25 22:18	6	1.5	1009	18.9	62.6	C
02-04-25 22:19	4.5	2	1012	19.3	60.8	C
02-04-25 22:20	3.1	1.3	1010	19.7	57.5	C
02-04-25 22:21	1.4	1.5	1009	20.2	55.8	C
02-04-25 22:22	1.2	1.5	1013	20.3	55	C
02-04-25 22:23	0.6	1.5	1012	20.6	54	C
02-04-25 22:24	0.6	1.8	1011	20.9	53.4	C
02-04-25 22:25	0.6	1.3	1012	21.2	52.4	C
02-04-25 22:26	0.3	0.6	1014	21.6	51.5	C
02-04-25 22:27	0.2	1.3	1013	21.8	50.9	C
02-04-25 22:28	0.3	1.3	1011	22	50.3	C
02-04-25 22:29	0.4	1.2	1012	22.2	49.8	C
02-04-25 22:30	3.8	0.7	1009	22.3	49.9	C
02-04-25 22:31	0.2	1.5	1009	22.5	49.6	C
02-04-25 22:32	0.3	1.4	1010	22.6	49.4	C
02-04-25 22:33	0.2	1.1	1010	22.6	49.1	C
02-04-25 22:34	0.2	1.5	1009	22.8	49.1	C
02-04-25 22:35	0.1	1.2	1011	22.9	48.7	C
02-04-25 22:36	0.3	1.3	1011	23	48.9	C
02-04-25 22:37	0.2	1.1	1012	23.1	48.9	C
02-04-25 22:38	0.1	1.4	1011	23.1	48.8	C
02-04-25 22:39	0.2	1	1011	23.1	48.8	C
02-04-25 22:40	0.1	1.8	1011	23.2	48.9	C
02-04-25 22:41	0.1	1.1	1011	23.3	49	C
02-04-25 22:42	0.2	1	1010	23.2	49.3	C
02-04-25 22:43	0.2	0.9	1008	23.3	49.6	C
02-04-25 22:44	0.1	0.8	1005	23.3	49.4	C
02-04-25 22:45	0.3	1.2	1003	23.3	49.4	C
02-04-25 22:46	0.1	1.7	1002	23.5	49.5	C
02-04-25 22:47	0.2	1.5	1002	23.4	49.6	C

Fuente: Autor

Anexo 18

Resultado de la práctica con 1 personas y 2 de potencia en la ventilación Mazda 3.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
02-04-25 21:10	0.2	0.2	1152	19	64.5	C
02-04-25 21:11	0.2	0.4	1170	19.5	66.4	C
02-04-25 21:12	0.3	0.5	1220	19.2	68.4	C
02-04-25 21:13	0.2	0.3	1279	19.5	68.3	C
02-04-25 21:14	0.1	0.4	1368	20	66.7	C
02-04-25 21:15	0.3	0.5	1396	20.04	66.4	C
02-04-25 21:16	0.2	0.3	1489	20.24	66.4	C
02-04-25 21:17	0.2	0.4	1722	20.44	66.1	C
02-04-25 21:18	0.4	0.3	2189	20.64	66.4	C
02-04-25 21:19	0.2	0.3	2259	20.84	66	C
02-04-25 21:20	0.3	0.3	2297	21.04	65.9	C
02-04-25 21:21	0.2	0.4	2369	21.24	65.7	C
02-04-25 21:22	0.2	0.1	2389	21.44	65.7	C
02-04-25 21:23	0.3	0.2	2416	21.64	65.6	C
02-04-25 21:24	0.2	0.2	2419	21.84	65.3	C
02-04-25 21:25	0.4	0.4	2538	22.04	65.2	C
02-04-25 21:26	0.1	0.3	2568	22.24	65	C
02-04-25 21:27	0.1	4.1	2599	22.44	64.9	C
02-04-25 21:28	0.3	0.5	2654	22.64	64.8	C
02-04-25 21:29	0.5	0.4	2687	22.84	64.9	C
02-04-25 21:30	0.3	0.4	2798	23.04	64.5	C
02-04-25 21:31	0.6	0.5	3159	23.24	64.5	C
02-04-25 21:32	0.3	1.1	3319	23.44	64.2	C
02-04-25 21:33	0.5	1.3	3392	23.64	64.2	C
02-04-25 21:34	0.7	0.9	3468	23.84	64.1	C
02-04-25 21:35	0.8	2.2	3537	24.04	64.1	C
02-04-25 21:36	1.1	2.1	3987	24.24	63.8	C
02-04-25 21:37	2.3	3.2	4168	24.44	64	C
02-04-25 21:38	2.4	4.1	4359	24.64	63.8	C
02-04-25 21:39	2.9	5.3	4487	24.84	63.7	C

Fuente: Autor

Anexo 19

Resultado de la práctica con 0 personas y 2 de potencia en la ventilación Mazda 3.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
02-04-25 23:29	8.5	3.1	445	20.9	55.4	C
02-04-25 23:30	7.7	2.1	442	20.9	53.5	C
02-04-25 23:31	7.6	1.1	442	21	53	C
02-04-25 23:32	6.9	1.4	439	21	52.4	C
02-04-25 23:33	7.6	0.9	437	21	52.2	C
02-04-25 23:34	6.6	0.6	435	21	51.9	C
02-04-25 23:35	6.3	0.3	433	21.1	51.8	C
02-04-25 23:36	6.1	0.4	432	21.2	51.8	C
02-04-25 23:37	5.9	0.4	430	21.1	51.6	C
02-04-25 23:38	5.2	0.6	428	21.2	51.5	C
02-04-25 23:39	5.9	0.5	424	21.3	51.4	C
02-04-25 23:40	5.8	0.3	423	21.3	51.3	C
02-04-25 23:41	5.7	0.3	421	21.5	51.3	C
02-04-25 23:42	5.5	0.4	419	21.4	51.2	C
02-04-25 23:43	5.7	0.5	416	21.4	51.1	C
02-04-25 23:44	5.5	0.2	414	21.6	51.1	C
02-04-25 23:45	5.4	0.2	413	21.6	51	C
02-04-25 23:46	7.1	0.3	411	21.7	51.1	C
02-04-25 23:47	5.8	0.2	409	21.8	51	C
02-04-25 23:48	6	0.3	407	21.7	50.9	C
02-04-25 23:49	5.1	0.5	405	21.8	50.9	C
02-04-25 23:50	5.4	0.2	403	21.8	50.9	C
02-04-25 23:51	5.5	0.5	399	21.8	51	C
02-04-25 23:52	5.8	0.4	397	21.9	50.8	C
02-04-25 23:53	5.2	0.6	395	21.9	50.8	C
02-04-25 23:54	4.4	0.2	394	22	50.8	C
02-04-25 23:55	4.9	0.3	392	22	50.8	C
02-04-25 23:56	5	0.4	390	22	50.8	C
02-04-25 23:57	4.6	0.3	388	22.2	50.8	C
02-04-25 23:58	4.5	0.3	385	22.1	50.7	C

Fuente: Autor

Anexo 20

Resultado de la práctica con 1 personas y 2 de potencia en la ventilación Mazda 3.

DATE	PM2.5(ug/m3	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
02-04-25 0:01	10.5	14.5	915	22.1	54.9	C
02-04-25 0:02	10.3	3.9	910	22.3	53.4	C
02-04-25 0:03	9.8	3.3	909	22.7	52.2	C
02-04-25 0:04	10.7	1.2	908	22.9	51.7	C
02-04-25 0:05	10	1.4	903	23.1	51.2	C
02-04-25 0:06	9.5	1.1	900	23.4	51	C
02-04-25 0:07	9.3	0.6	897	23.4	50.8	C
02-04-25 0:08	9	0.4	895	23.5	50.7	C
02-04-25 0:09	8.4	0.7	893	23.6	50.6	C
02-04-25 0:10	8	0.5	890	23.7	50.5	C
02-04-25 0:11	8.5	0.9	888	23.9	50.3	C
02-04-25 0:12	7.6	0.3	887	23.9	50.2	C
02-04-25 0:13	7.8	0.2	883	24	50.1	C
02-04-25 0:14	8.3	0.1	880	24.1	50.1	C
02-04-25 0:15	7.7	0.6	878	24.2	50	C
02-04-25 0:16	7.4	0.2	875	24.3	49.9	C
02-04-25 0:17	6.9	0.3	875	24.2	49.9	C
02-04-25 0:18	7	0.3	872	24.3	50	C
02-04-25 0:19	6.4	0.2	870	24.3	50.1	C
02-04-25 0:20	6.4	0.6	867	24.4	49.8	C
02-04-25 0:21	6.3	0.4	865	24.5	50	C
02-04-25 0:22	6.1	0.4	862	24.4	49.8	C
02-04-25 0:23	6.3	0.3	859	24.5	49.9	C
02-04-25 0:24	5.9	0.3	857	24.5	50.3	C
02-04-25 0:25	5.7	0.5	855	24.6	50.1	C
02-04-25 0:26	5.4	0.2	851	24.8	49.8	C
02-04-25 0:27	5.5	0.2	849	24.8	49.9	C
02-04-25 0:28	5.6	0.3	847	24.9	49.7	C
02-04-25 0:29	5.4	0.3	845	24.9	49.7	C
02-04-25 0:30	5.5	0.3	843	25	49.6	C

Fuente: Autor

Anexo 21

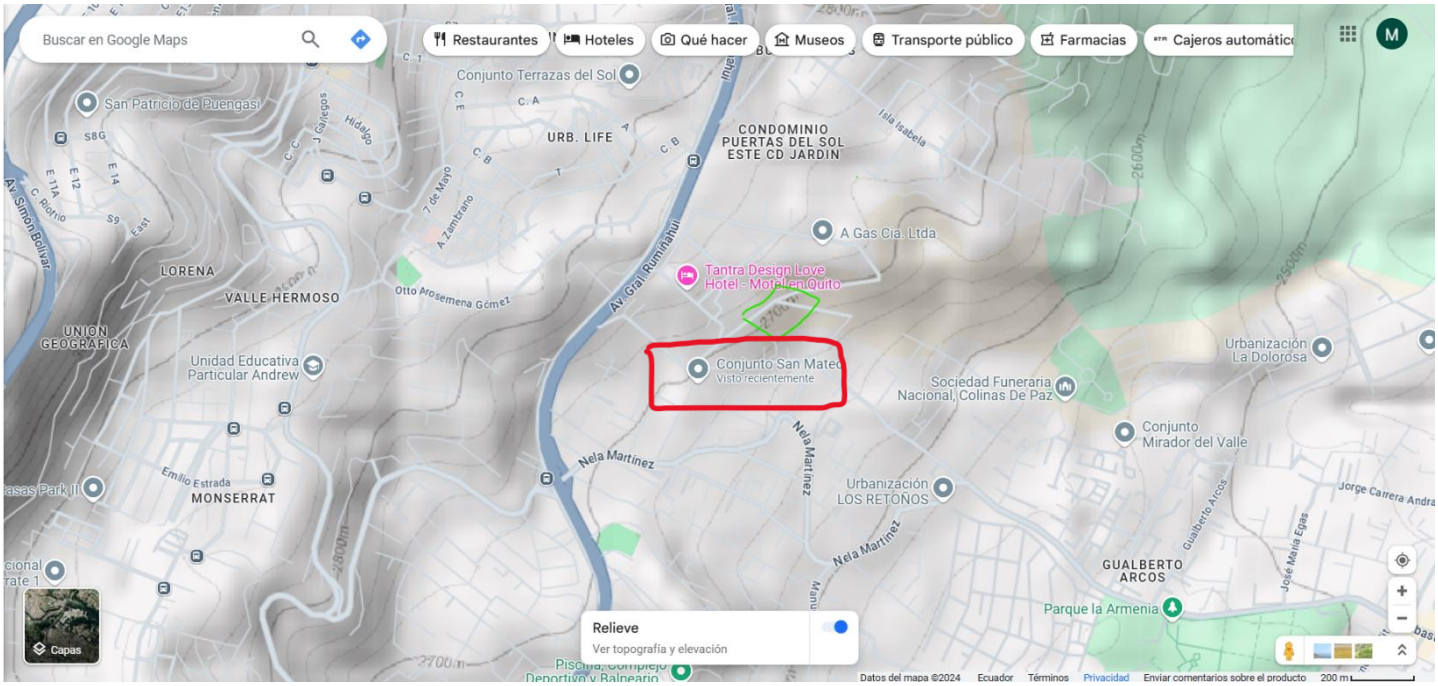
Resultado de la práctica con 2 personas y 2 de potencia en la ventilación Mazda 3.

DATE	PM2.5(ug/m3)	PM10(ug/m3)	CO2(ppm)	TEMPERATURE	HUMIDITY %	TEMPUNIT
02-04-25 0:33	0.9	8.4	1198	24.2	60.1	C
02-04-25 0:34	1.3	5.3	1195	24.1	58.3	C
02-04-25 0:35	0.9	2.9	1193	23.8	57.5	C
02-04-25 0:36	0.9	2.9	1190	23.1	58.1	C
02-04-25 0:37	0.8	1.8	1187	22.9	58.4	C
02-04-25 0:38	0.8	1	1187	22.54	58.6	C
02-04-25 0:39	1.2	0.8	1185	22.18	58.8	C
02-04-25 0:40	0.8	0.5	1183	21.82	58.9	C
02-04-25 0:41	0.6	0.6	1182	21.46	58.8	C
02-04-25 0:42	1	0.4	1180	21.1	58.9	C
02-04-25 0:43	0.7	0.6	1180	20.74	58.7	C
02-04-25 0:44	0.7	0.5	1178	20.38	58.6	C
02-04-25 0:45	0.7	0.3	1176	20.2	58.8	C
02-04-25 0:46	0.8	0.3	1174	20.2	58.7	C
02-04-25 0:47	0.9	0.3	1173	20.5	58.7	C
02-04-25 0:48	0.9	0.2	1173	20	58.9	C
02-04-25 0:49	0.8	0.3	1170	19.8	58.8	C
02-04-25 0:50	0.7	0.3	1168	19.8	58.9	C
02-04-25 0:51	0.8	0.3	1165	19.7	58.8	C
02-04-25 0:52	0.8	0.5	1164	19.7	58.7	C
02-04-25 0:53	0.8	1.8	1160	19.8	58.8	C
02-04-25 0:54	0.9	1.3	1158	19.7	58.9	C
02-04-25 0:55	0.9	0.4	1155	19.5	58.9	C
02-04-25 0:56	0.7	0.6	1155	19.2	58.9	C
02-04-25 0:57	0.7	0.3	1151	19.2	59	C
02-04-25 0:58	0.6	0.4	1149	19.1	59.1	C
02-04-25 0:59	0.5	1.4	1147	19.1	59.1	C
02-04-25 1:00	0.7	1.1	1145	19	59	C
02-04-25 1:01	0.9	0.5	1143	19.1	59.1	C
02-04-25 1:02	1.2	0.9	1139	19	59.1	C

Fuente: Autor

Anexo 25

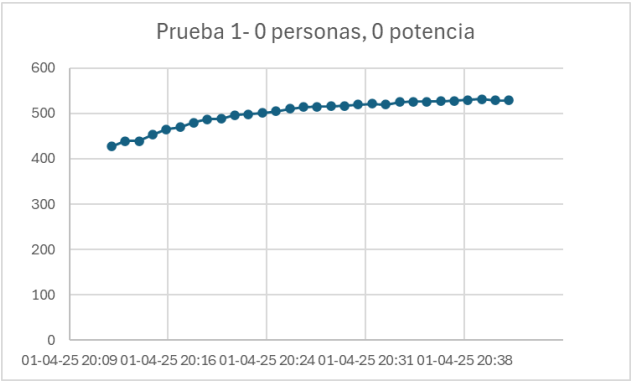
Captura de Google maps de la ubicación donde fueron realizadas las pruebas, esta indica la elevación respecto al nivel del mar. (2700 m.s.n.m)



Fuente: Autor, Google Maps *@2024-Google*

Tabla 1

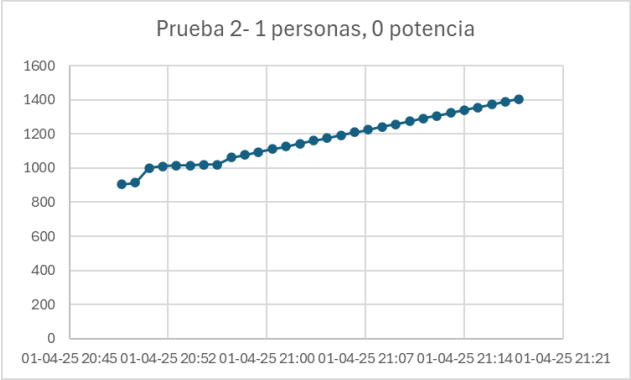
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 0 personas y 0 potencia de ventilación VW Polo.



Fuente: Autor

Tabla 2

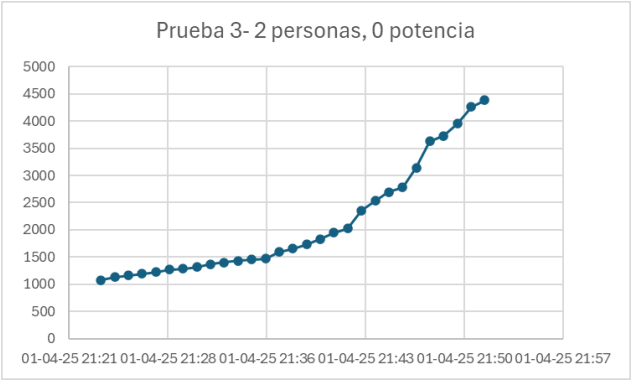
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 1 persona y 0 potencia de ventilación VW Polo.



Fuente: Autor

Tabla 3

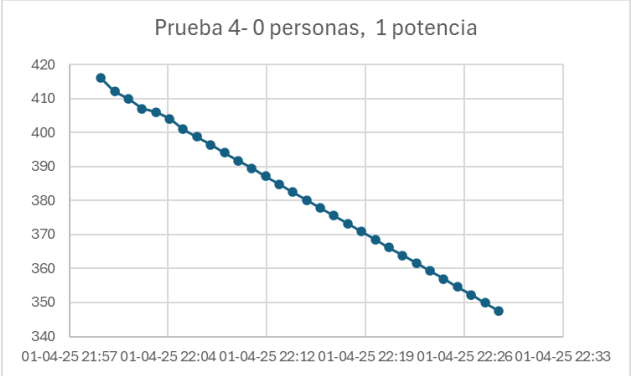
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 2 personas y 0 potencia de ventilación VW Polo.



Fuente: Autor

Tabla 4

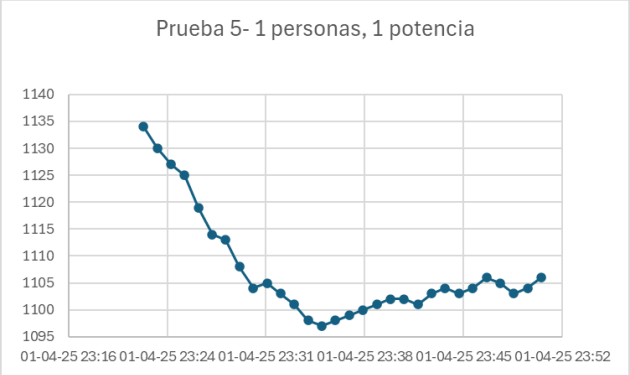
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 0 personas y 1 de potencia de ventilación VW Polo.



Fuente: Autor

Tabla 5

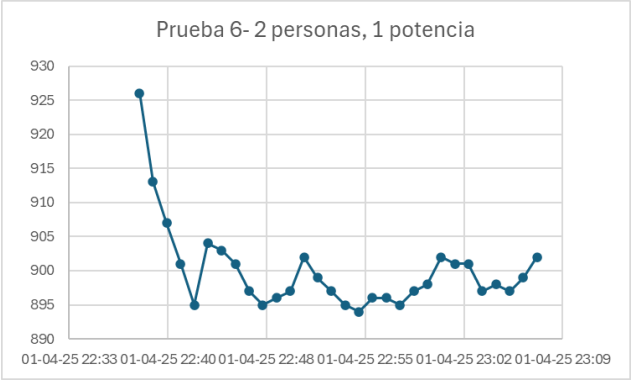
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 1 persona y 1 de potencia de ventilación VW Polo.



Fuente: Autor

Tabla 6

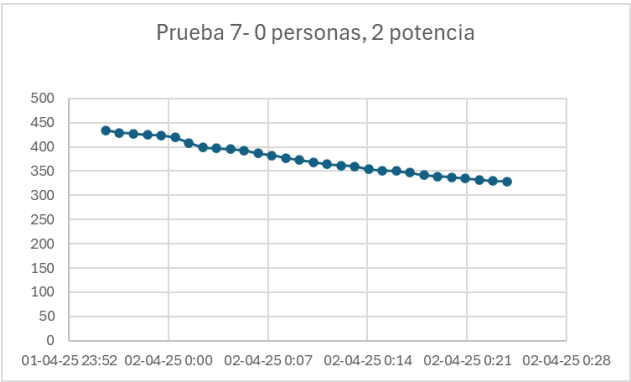
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 2 personas y 1 de potencia de ventilación VW Polo.



Fuente: Autor

Tabla 7

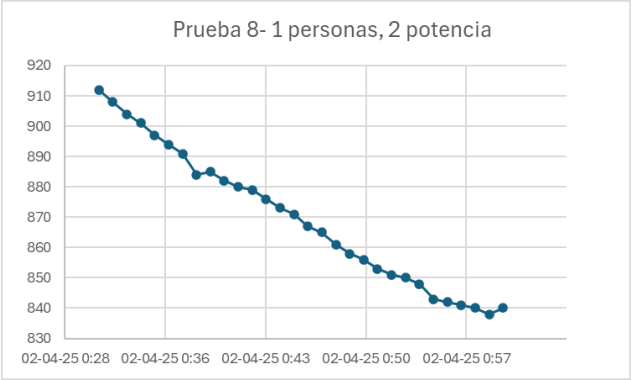
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 0 personas y 2 potencia de ventilación VW Polo.



Fuente: Autor

Tabla 8

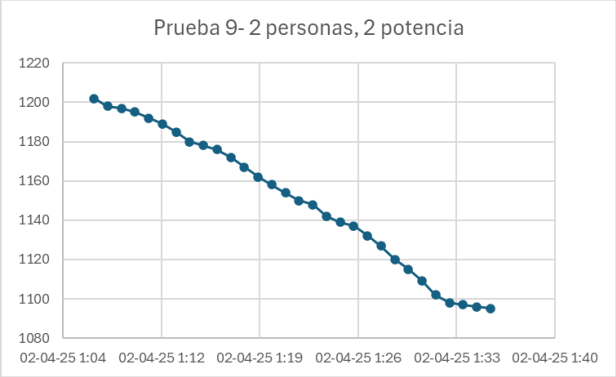
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 1 personas y 2 de potencia de ventilación VW Polo.



Fuente: Autor

Tabla 9

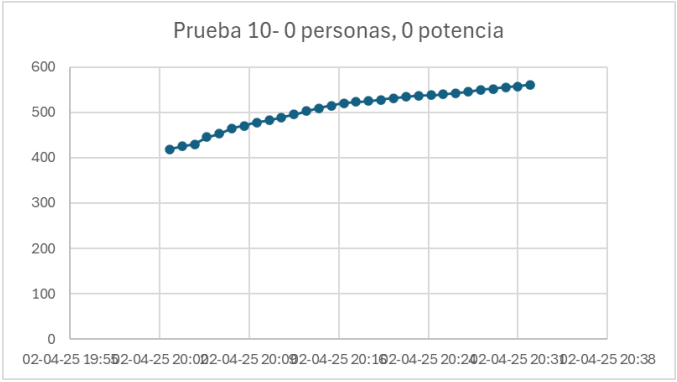
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 2 personas y 2 de potencia de ventilación VW Polo.



Fuente: Autor

Tabla 10

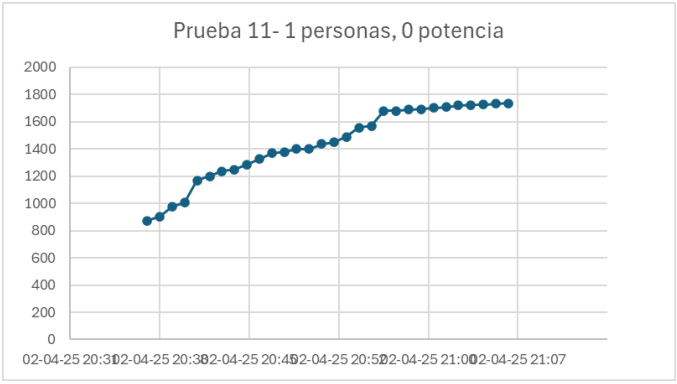
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 0 personas y 0 de potencia de ventilación Mazda 3.



Fuente: Autor

Tabla11

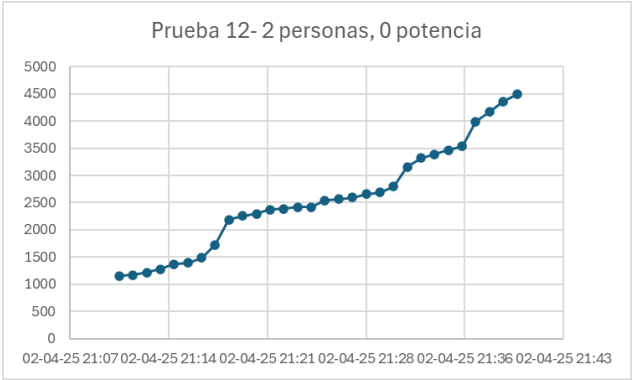
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 1 personas y 0 de potencia de ventilación Mazda 3.



Fuente: Autor

Tabla 12

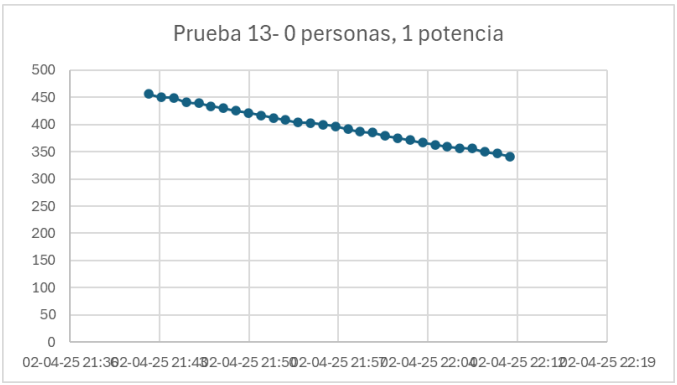
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 2 personas y 0 de potencia de ventilación Mazda 3.



Fuente: Autor

Tabla 13

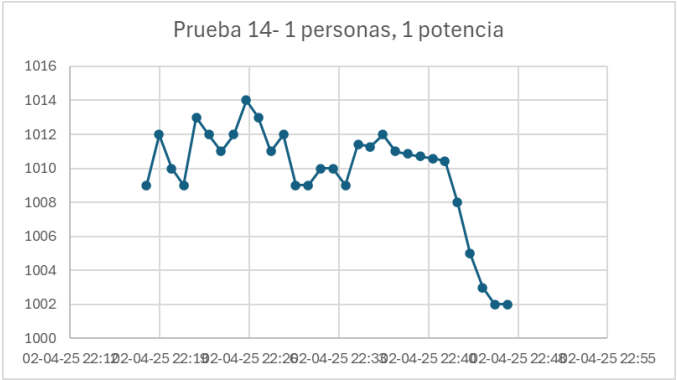
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 0 personas y 1 de potencia de ventilación Mazda 3.



Fuente: Autor

Tabla 14

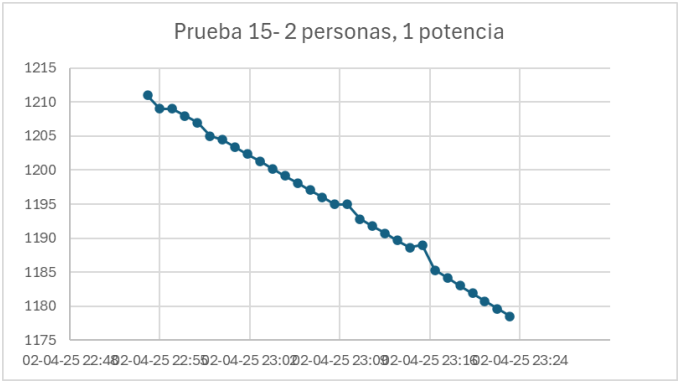
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 1 personas y 1 de potencia de ventilación Mazda 3.



Fuente: Autor

Tabla 15

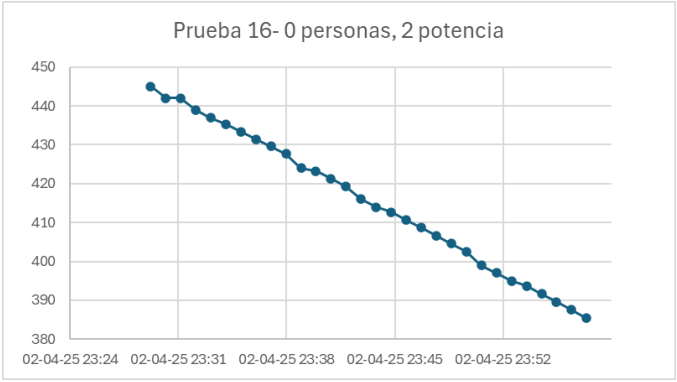
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 2 personas y 1 de potencia de ventilación Mazda 3.



Fuente: Autor

Tabla 16

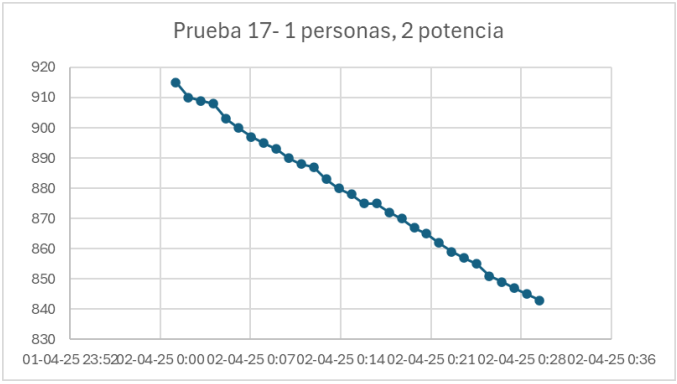
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 0 personas y 2 de potencia de ventilación Mazda 3.



Fuente: Autor

Tabla 17

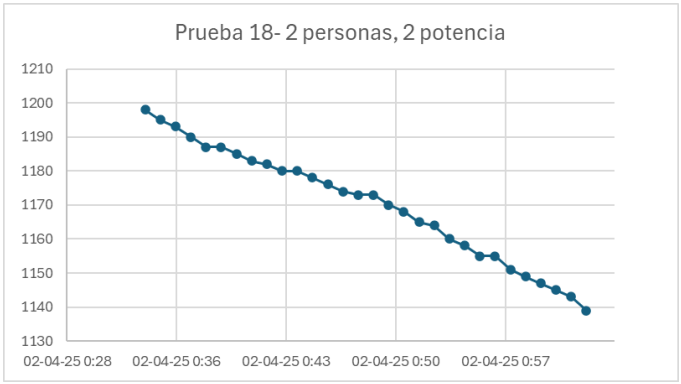
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 1 personas y 2 de potencia de ventilación Mazda 3.



Fuente: Autor

Tabla 18

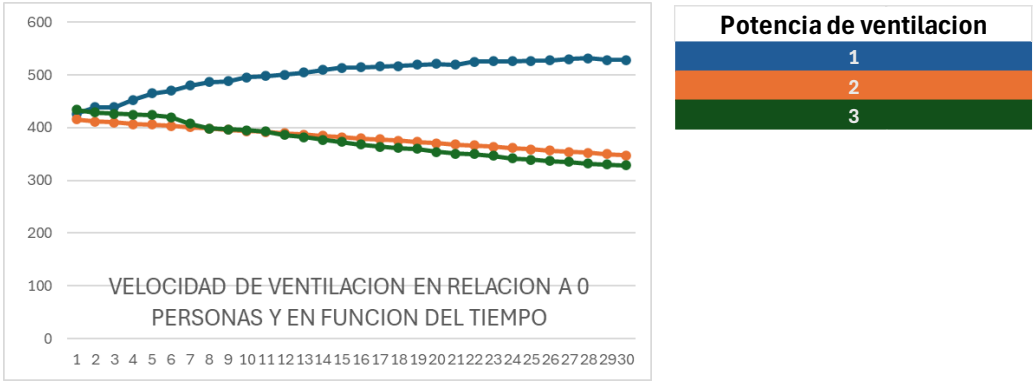
Comparación entre tiempo y partículas de Co2 (ppm) con 2 personas y 2 de potencia de ventilación Mazda 3.



Fuente: Autor

Tabla 19

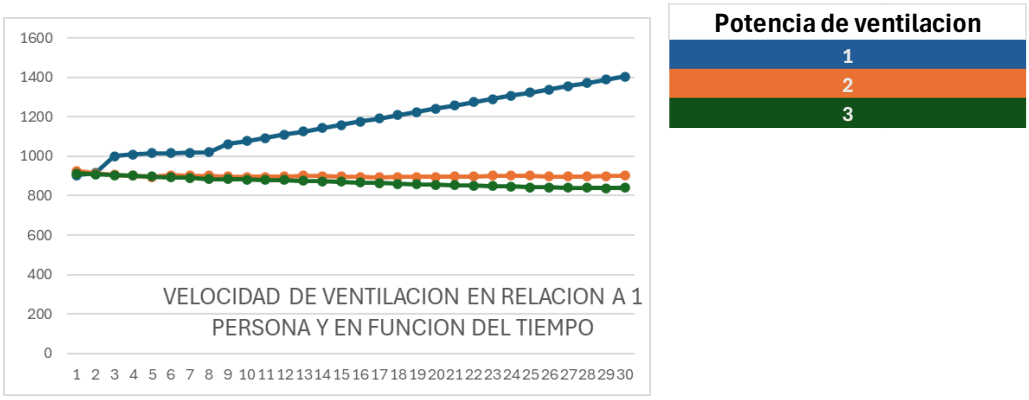
Comparación entre CO2 en función del tiempo del VW Polo.



Fuente: Autor

Tabla 20

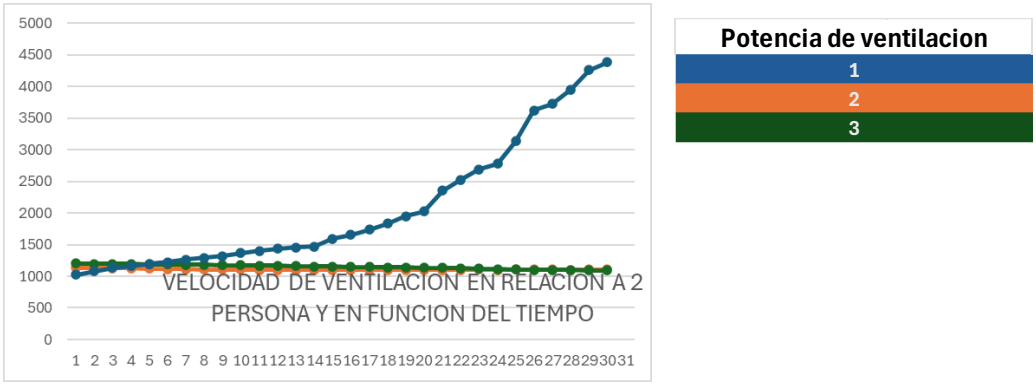
Comparación entre CO2 en función del tiempo del VW Polo.



Fuente: Autor

Tabla 21

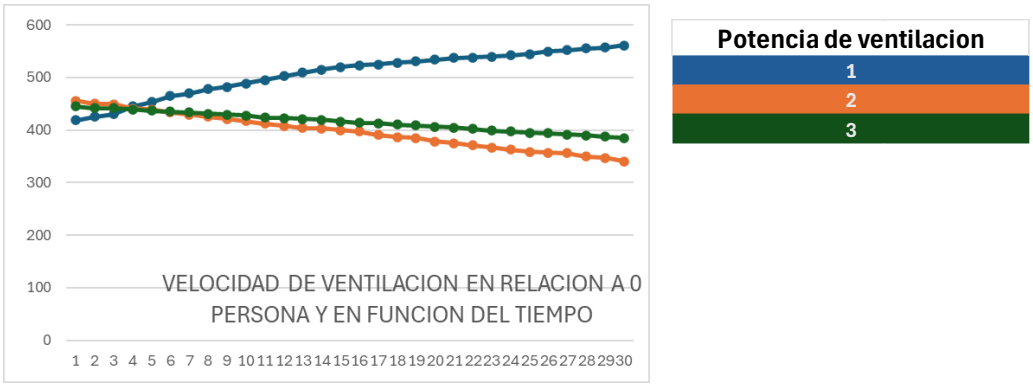
Comparación entre CO2 en función del tiempo del VW Polo.



Fuente: Autor

Tabla 22

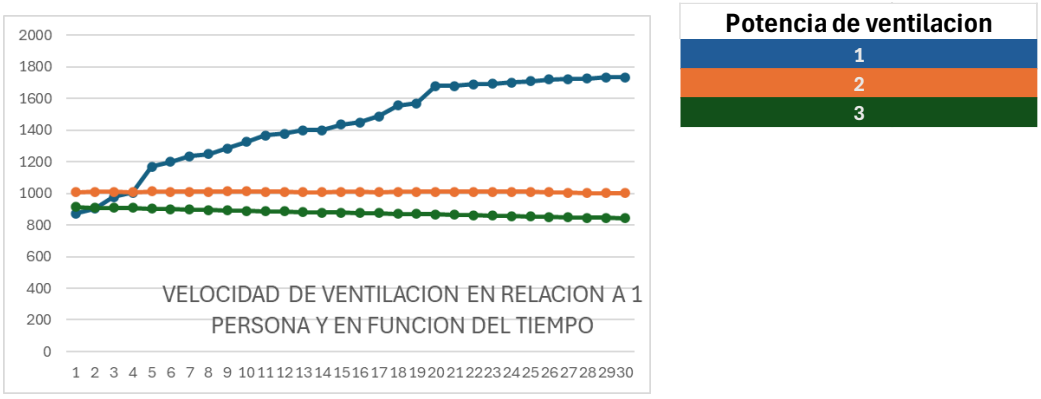
Comparación entre CO2 en función del tiempo del Mazda 3.



Fuente: Autor

Tabla 23

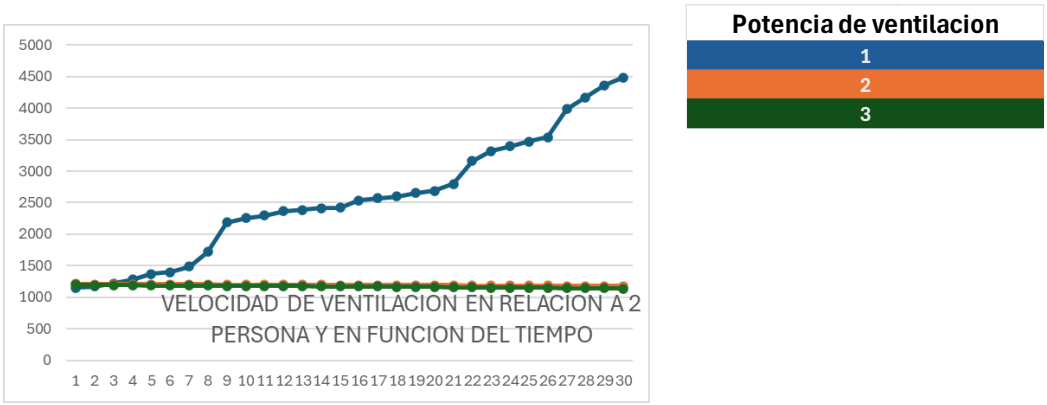
Comparación entre CO2 en función del tiempo del Mazda 3.



Fuente: Autor

Tabla 24

Comparación entre CO2 en función del tiempo del Mazda 3.



Fuente: Autor