



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

**TEMA:**

**“IMPACTO DE LOS GASES PRODUCIDOS EN LOS TALLERES DE LA UTN  
POR LOS MOTORES MEC Y MEP CON EL FIN DE IMPLEMENTAR  
MEDIDAS DE CONTROL”**

**PLAN DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO  
AUTOMOTRIZ**

**AUTOR:**

**ROMMEL ISAAC SALAZAR VILLALBA**

**DIRECTOR:**

**ING. IGNACIO BENAVIDES MSC.**

**IBARRA, 2018**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100378079-6
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	SALAZAR VILLALBA ROMMEL ISAAC
<b>DIRECCIÓN:</b>	Rio Quininde y Rio Cenepa sector la Candelaria
<b>E-MAIL:</b>	risalazarv@utn.edu.ec
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b> 0986941330

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	“IMPACTO DE LOS GASES PRODUCIDOS EN LOS TALLERES DE LA UTN POR LOS MOTORES MEC Y MEP CON EL FIN DE IMPLEMENTAR MEDIDAS DE CONTROL”
<b>AUTOR:</b>	SALAZAR VILLALBA ROMMEL ISAAC
<b>FECHA: AAAA/MM/DD</b>	2018/04/16
<b>SOLO PARA TRABAJO DE GRADO</b>	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
<b>ASESOR/DIRECTOR:</b>	ING. BENAVIDES CEVALLOS IGNACIO BAYARDO

## **2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD.**

Yo, **SALAZAR VILLALBA ROMMEL ISAAC**, con cédula de identidad Nro. 100378079-6; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## **3. CONSTANCIA.**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presenta autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de Abril del 2018.

### **EL AUTOR:**

**Firma:** .....

**Nombre:** Salazar Villalba Rommel Isaac

**Cédula de Identidad:** 100378079-6



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CERTIFICACIÓN CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **SALAZAR VILLALBA ROMMEL ISAAC**, con cédula de identidad Nro. 100378079-6; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autores de la obra o trabajo de grado denominado: **“IMPACTO DE LOS GASES PRODUCIDOS EN LOS TALLERES DE LA UTN POR LOS MOTORES MEC Y MEP CON EL FIN DE IMPLEMENTAR MEDIDAS DE CONTROL”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 16 días del mes de Abril del 2018.

Firma: .....

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rommel Isaac Salazar Villalba', is written over a horizontal dotted line.

Nombre: Salazar Villalba Rommel Isaac

Cédula de Identidad: 100378079-6

AGRADECIMIENTO  
**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente proyecto fue realizado en su totalidad por el señor: **Salazar Villalba Rommel Isaac**, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

Atentamente,

SALAZAR VILLALBA ROMMEL ISAAC



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme cumplir un sueño académico más en mi vida, a mis padres, hermanos, amigos que me apoyaron durante todo este proceso, al Ingeniero Carlos Segovia por brindarme su apoyo desinteresado durante este proceso, al Ingeniero Ignacio Benavides por ser mi Director y guía en mi Proyecto de Tesis. A todos, un sincero agradecimiento y un Dios les paguen.

**SALAZAR VILLALBA ROMMEL ISAAC**

## **DEDICATORIA**

En primer lugar a Dios por la salud y vida con la que me bendice día a día, a mis padres Elías Salazar y Anita Villalba quienes con su ejemplo, amor y disciplina supieron guiarme en este sueño tan anhelado, a mis hermanos quienes con su apoyo y consejos me apoyaron durante todo este proceso, a mis hermanitas y abuelitos que desde el cielo me iluminan día a día, a mis amigos y familiares en general mis agradecimientos totales

**SALAZAR VILLALBA ROMMEL ISAAC**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN.....	ii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR .....	iv
CERTIFICACIÓN .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	xix
CAPÍTULO I.....	1
1. CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.4 DELIMITACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL. ....	3
1.5 OBJETIVOS. ....	3
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.6 JUSTIFICACIÓN .....	4
CAPÍTULO II .....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 EL AIRE Y SU COMPOSICIÓN.....	5

2.1.1 LA VENTILACIÓN.....	5
2.1.2 EL PRINCIPIO DE LA VENTILACIÓN.....	6
2.2 VENTILACIÓN DE AMBIENTES .....	6
2.3 REQUERIMIENTOS DE VENTILACIÓN .....	7
2.3.1 SISTEMAS DE VENTILACIÓN. ....	8
2.3.2 SISTEMAS DE VENTILACIÓN HORIZONTAL.....	8
2.3.3 SISTEMAS DE VENTILACIÓN VERTICAL .....	9
2.4 SISTEMAS DE VENTILACIÓN NATURAL. ....	9
2.4.1 ASPECTOS DE LA VENTILACIÓN NATURAL .....	10
2.4.2 CLASIFICACIÓN SISTEMAS DE VENTILACIÓN NATURAL ....	11
2.4.2.1 Ventilación natural directa .....	11
2.4.2.2 Ventilación natural cruzada.....	12
2.4.2.3 Ventilación natural pura .....	12
2.5 SISTEMAS DE VENTILACIÓN FORZADA. ....	13
2.5.1 ESPACIOS SISTEMAS VENTILACIÓN FORZADA .....	14
2.6 COMPONENTES DE LOS GASES DE ESCAPE. ....	15
2.6.1 GASES NO CONTAMINANTES MOTORES MEC Y MEP.....	15
2.6.2 GASES CONTAMINANTES MOTORES MEC Y MEP.....	16
2.7 SUSTANCIAS QUE POSEEN LOS GASES DE ESCAPE.....	17
2.8 ELEMENTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	18
2.8.1 FACTORES INFLUYENTES AMBIENTE INDUSTRIAL. ....	19
2.8.2 DESPRENDIMIENTO DE CALOR AMBIENTE INDUSTRIAL ....	20
2.8.3 RADIACIÓN SOLAR.....	20
2.8.4 CLIMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA.....	21
2.9 GLOSARIO DE TÉRMINOS. ....	23
CAPÍTULO III .....	25

<b>3. METODOLOGÍA O PARTE EXPERIMENTAL</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1 MÉTODO POR ELEMENTO FINITO (MEF)</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2 MÉTODO PARA DETERMINAR CONTAMINANTES</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.1 EMISIONES CONTAMINANTES MOTORES MEC Y MEP.</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.2 MOTORES MEC.</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2.3 COMBUSTIÓN Y GASES EN MOTORES MEC.</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2.4 MOTORES MEP.</b> .....	<b>30</b>
<b>3.3 COMBUSTIÓN Y GASES DE MOTORES MEP.</b> .....	<b>30</b>
<b>3.4 MÉTODO CÁLCULO CARGA TÉRMICA RECINTO.</b> .....	<b>31</b>
<b>3.4.1 CALOR SENSIBLE Y CALOR LATENTE</b> .....	<b>32</b>
<b>3.5 UTILIZACIÓN SISTEMA DE EXTRACTOR EÓLICO.</b> .....	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>35</b>
<b>4. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
<b>4.1 ANÁLISIS DEL ESPACIO LABORATORIO.</b> .....	<b>35</b>
<b>4.1.1 VALORACIÓN INICIAL CASO DE ESTUDIO.</b> .....	<b>35</b>
<b>4.2 ANÁLISIS MEDICIÓN GASES ESCAPE MOTORES MEP.</b> .....	<b>37</b>
<b>4.2.1 CONEXIÓN DEL ANALIZADOR DE GASES.</b> .....	<b>38</b>
<b>4.2.2 PRECALENTAMIENTO ANALIZADOR DE GASES</b> .....	<b>39</b>
<b>4.3 DATOS DE GASES EN MARCHA MÍNIMA Y MÁXIMA.</b> .....	<b>40</b>
<b>4.3.1 MOTORES MEP EXISTENTES EN EL TALLER.</b> .....	<b>40</b>
<b>4.3.2 MEDICIÓN GASES ESCAPE MOTORES MEC.</b> .....	<b>42</b>
<b>4.3.3 CONEXIÓN DEL OPACÍMETRO Y CUENTA REVOLUCION.</b> ...	<b>43</b>
<b>4.3.4 PRECALENTAMIENTO DEL MOTOR.</b> .....	<b>44</b>
<b>4.3.5 OBTENCIÓN DATOS DE GASES EN MARCHA MÍNIMA</b> .....	<b>44</b>
<b>4.4 MOTORES MEC EXISTENTES EN EL TALLER.</b> .....	<b>45</b>

<b>4.5 MEDICIÓN VELOCIDAD AIRE Vs. TEMPERATURA.....</b>	<b>48</b>
<b>4.6 CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL TALLER.....</b>	<b>51</b>
<b>4.6.1 CÁLCULO VOLUMEN DE AIRE A RENOVAR. ....</b>	<b>51</b>
<b>4.6.2 CÁLCULO CANTIDAD DE EXTRACTORES A UTILIZAR. ....</b>	<b>52</b>
<b>4.7 DISCUSIÓN VENTAJAS UTILIZACIÓN EXTRACTORES. ....</b>	<b>53</b>
<b>4.7.1 VENTAJAS EXTRACTOR EÓLICO FRENTE A ELÉCTRICO. ...</b>	<b>54</b>
<b>4.7.2 MATERIALES, ADAPTACIÓN Y MANTENIMIENTO. ....</b>	<b>55</b>
<b>4.7.3 VELOCIDAD DEL AIRE Y TEMPERATURA DEL TALLER. ....</b>	<b>56</b>
<b>4.8 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>56</b>
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>58</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>5.1 CONCLUSIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>5.2 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1 Composición de un aire “normal” no contaminado.....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 2.2 Recinto Industrial ventilado.....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 2.3 Sistema de Ventilación horizontal, evacuación de gases .....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 2.4 Sistema de Ventilación vertical, evacuación de gases.....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 2.5 Sistemas de ventilación natural, evacuación de gases .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 2.6 Sistemas de ventilación natural.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 2.7 Ventilación natural directa. ....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 2.8 Ventilación natural cruzada.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 2.9 Ventilación natural pura. ....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 2.10 Ventilación forzada o artificial.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 2.11 Composición de los gases de escape. ....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 2.12 Combustión de la mezcla y emisiones de escape.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 2.13 Equipos de seguridad industrial .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 2.14 Emanación del calor de máquina industrial.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 2.15 Radiación solar .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 2.16 Climatización en la industria. ....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 3.1 Diseño en Solidworks del taller de la Carrera de Ing. Automotriz.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 3.2 Ciclo de trabajo de un motor MEC. ....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 3.3 Fases de un Motor de 4 tiempos o ciclo Otto. ....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 3.4 Traslado de comburente en el colector de admisión de motor MEP. ....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 3.5 Extractor eólico.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 3.6 Función de un extractor eólico .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 4.1 Taller carrera Ingeniería en Mantenimiento Automotriz. ....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 4.2 Condición de los equipos y motores. ....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 4.3 Condiciones de la maquinaria existente.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 4.4 Banco de pruebas Motor a Gasolina.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 4.5 Conexión del analizador de gases AGS-688Brain Bee .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 4.6 Dispositivo Cuenta-revoluciones MGT-300 Brain Bee.....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 4.7 Banco de pruebas Moto Diésel. ....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 4.8 Conexión opacímetro y cuenta revoluciones.....</b>	<b>44</b>

<b>Figura 4.9 Medición de gases del motor con opacómetro. ....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 4.10 Medición de la temperatura .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 4.11 Evaluación de la velocidad del aire y temperatura del taller. ....</b>	<b>50</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1</b>	<b>Temperatura y humedad relativa del aire interior de un recinto. ....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 3.2</b>	<b>Calor sensible y latente emitido por las personas. ....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 4.1</b>	<b>Valoración inicial laboratorio Carrera de Ing. en Mant. Automotriz. ....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 4.2</b>	<b>Valoración Motor Chevrolet Corsa Evolution año 2004. ....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 4.3</b>	<b>Valoración Motor Chevrolet Corsa Wind año 1997. ....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 4.4</b>	<b>Valoración Motor Chevrolet Spark año 2005 ....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 4.5</b>	<b>Valoración Motor Honda Civic año 1999.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 4.6</b>	<b>Valoración Motor Chevrolet Corsa Wind año 1999 .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 4.7</b>	<b>Datos de opacidad y emisiones de gases Motor Isuzu NHR año 2007.....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 4.8</b>	<b>Datos opacidad y emisiones de gases Motor Mazda BT50 año 2008.....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 4.9</b>	<b>Datos de opacidad y emisiones de gases Motor Isuzu año 1987 .....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 4.10</b>	<b>Datos de opacidad y emisiones de gases Motor Isuzu 4DB1 año 1992..</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 4.11</b>	<b>Datos de opacidad y emisiones de gases Motor KIA diésel año 1992.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 4.12</b>	<b>Datos de opacidad y emisiones de gases Motor Nissan diésel año 1991... </b>	<b>48</b>
<b>Tabla 4.13</b>	<b>Evaluación velocidad del aire y temperatura del taller en estudio.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 4.14</b>	<b>Dimensiones taller carrera en Ing. Mant. Automotriz. ....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 4.15</b>	<b>Normas DIN 1946 y sus rangos de renovación de aire.....</b>	
<b>Tabla 4.16</b>	<b>Tamaño y Caudal de evacuación de un extractor eólico .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 4.17</b>	<b>Ventajas de un extractor eólico frente a un eléctrico.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 4.18</b>	<b>Evaluación de la velocidad del aire y temperatura .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 4.19</b>	<b>Tabla de comparación de resultados.....</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1. Ficha técnica extractor eólico. ....</b>	<b>63</b>
<b>Anexo 2. Cálculos y análisis de resultados del taller en estudio.....</b>	<b>64</b>
<b>Anexo 3. Equipos utilizados. ....</b>	<b>66</b>
<b>Anexo 4. Fotografías estado actual talleres. ....</b>	<b>69</b>
<b>Anexo 5. Ventilación eólica instalada. ....</b>	<b>70</b>

## RESUMEN

El actual trabajo de investigación está basado en el impacto de gases producidos en los talleres de la Universidad Técnica del Norte por los motores MEC (motores de encendido por compresión, o ciclo Diésel) y MEP (motores de encendido provocado o ciclo Otto, gasolina) con la finalidad de implementar medidas de control ambiental en interiores. La implementación de un sistema de ventilación adecuada, beneficiara el confort y salud ocupacional de docentes, estudiantes, personas particulares, y todos quienes ejercen su labor en el interior del taller de la carrera de Ingeniería en mantenimiento automotriz. Además se optó por un diseño metodológico de investigación bibliográfica, de campo, de manera práctica y descriptiva, basándose en aplicar criterios, hipótesis y costumbres de cómo poner en uso las aptitudes, habilidades y capacidades que ayuden al ambiente en su habitad y confort ocupacional. La presente investigación aporta beneficios permanentes en la vida útil de la maquinaria y equipos existentes en el interior del taller de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, utilizados para las respectivas prácticas del estudiantado, además de regirse a las políticas medioambientales que apoya la Universidad Técnica del Norte, ya que no se necesita de ninguna fuente de energía eléctrica para su óptimo desempeño. Para realizar una excelente instalación de los sistemas de ventilación eólica en la cubierta, se deberán obtener datos técnicos que ayudaran a comprobar que dicho sistema cumple con las normas y medidas de control ambiental en interiores, satisfaciendo las necesidades planteadas por los objetivos, las cuales demuestran que los sistemas de extracción eólica son los mejores aliados para evitar contaminación al medio ambiente. En relación a su desempeño son silenciosos y de fácil mantenimiento, además de realizar su trabajo de manera constante con la energía obtenida del viento, éste sistema de ventilación es el más idóneo y eficaz a utilizarse en talleres automotrices.

## ABSTRACT

The current research work is based on the impact of gases produced in the workshops of the Technical of North University by the MEC engines (compression ignition engines, or Diesel cycle) and MEP (ignition engines or cycle Otto, gasoline) with the purpose of implementing environmental control measures in interiors. The implementation of an adequate ventilation system will benefit the comfort and occupational health of teachers, students, individuals, and all those who work inside the workshop of the engineering career in automotive maintenance. In addition, a methodological design of bibliographical research was chosen, in a practical and descriptive way, based on applying criteria, hypotheses and customs of how to put into use the aptitudes, abilities and capacities that help the environment in its habitat and occupational comfort. The present research provides permanent benefits in the useful life of the machinery and equipment existing within the workshop of the Engineering Career in Automotive Maintenance, used for the respective practices of students, in addition to abide by the environmental policies supported by the Technical University North, since it does not need any source of electrical energy for its optimal performance. To perform an excellent installation of the wind ventilation systems on the roof, technical data should be obtained that will help to verify that said system complies with the environmental control standards and measures in interiors, satisfying the needs raised by the objectives, which demonstrate that The wind extraction systems are the best alloyed to avoid contamination to the environment. In relation to their performance they are silent and easy to maintain, in addition to carrying out their work in a constant manner with the energy obtained from the wind, this ventilation system is the most suitable and effective to be used in automotive workshops

## INTRODUCCIÓN

El actual proyecto se enfoca en el impacto de los gases producidos por los motores MEC y MEP en el interior de los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, el cual será solucionado con la implementación de ventiladores mecánicos eólicos, que serán los encargados, mediante una adecuada adaptación de absorber toda clase de gases, vapores, olores, y polución, concentrados en el interior del taller, donde, por medio del viento, que será el encargado de hacer funcionar dicho sistema, se podrá obtener una óptima evacuación de los gases nocivos para la salud de sus ocupantes, siendo los sistemas de ventilación eólica de gran ayuda y de excelente bienestar ocupacional.

El trabajo de grado se lo ha desarrollado por estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz en los talleres ubicados en el Colegio Universitario anexo a la UTN, con el objetivo mejorar el confort y bienestar de quienes operan y manipulan maquinaria y equipos de trabajo en espacios cerrados, siendo directamente beneficiados docentes y estudiantes de la carrera, quienes realizan sus prácticas pre-profesionales a diario, obteniendo mejor confort ocupacional para un mejor aprendizaje; y a su vez, se trata de dar y alargar la vida útil de los equipos, motores y maquinarias existentes en el interior del taller.

Al inicio del trabajo de grado se enfatiza directamente en la problemática de la investigación, partiendo del estado actual conforme al tema, considerando la formulación y planteamiento del problema, al igual que el sitio y duración que tendrá el mismo al desarrollarse el proyecto. De igual manera se encuentran constituidos los objetivos generales y específicos, seguidos de la pertinente justificación para ejecutarse dicho trabajo de grado.

En la parte correspondiente al marco teórico se especifica toda la información obtenida por medio de fuentes bibliográficas, enfocadas en un estudio minucioso de todos los principios de ventilación existentes en el medio actual, teniendo como principal referencia los sistemas de ventilación eólica, siendo una fuente alternativa pertinente a la evacuación de gases en el ambiente industrial. Así mismo, se detalla los métodos de análisis para determinar contaminantes en motores MEC y MEP, con la finalidad de

implementar medidas de control ambiental en interiores.

Se realiza la medición de la temperatura y aire que re circula en las instalaciones del taller en estudio, con el objetivo de poder obtener el cálculo del caudal de aire a renovarse en el interior del taller, y a su vez, poder determinar la cantidad exacta (unidades) de extractores eólicos a implementar.

Finalmente, se muestran las conclusiones y recomendaciones adquiridas en base a una investigación de toda la información que se obtendrá en relación al tema del proyecto de grado, y por último, se evidencian los anexos que amparan dicho tema de investigación.

# CAPÍTULO I

## 1. CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1 Antecedentes.

El campo automotor en el Ecuador, con el transcurso de los años ha ido incrementando en un porcentaje especulado al 10%, es así, que la Asociación de Empresas automotrices del Ecuador (AEADE) prevé que en el 2017 se comercialice cerca de 73.000 vehículos a escala nacional, obteniendo un avance positivo del 16 y 19% en lo que respecta a las ventas del año 2016, de igual manera obteniendo un 10 y 12% de reducción en base al año 2015. (AEADE, 2017).

En el Ecuador los talleres de mecánica automotriz se han incrementado, debido a la gran demanda de vehículos existentes, con el objetivo de satisfacer y prestar un adecuado servicio, orientado al funcionamiento y mantenimiento de los vehículos; acatando de manera consiente y responsable con todas las normativas y leyes implantadas dentro del campo de seguridad industrial en base a todos los elementos contaminantes y desechos de fluidos ocasionados por cambios de gasolina, diésel, de aceites-lubricantes (aceites minerales, aceites semi- sintéticos y aceites 100% sintéticos). (AEADE, 2017).

Además, por el uso de máquinas de suelda, pintura, y de los desperdicios de ácido-plomo originados por las baterías al momento de realizar su recambio, se han visto consecuencias en cuanto a la salud humana, es así, que el trabajo investigativo propuesto busca brindar un manejo de gases contaminantes en interiores. (AEADE, 2017).

Actualmente se deduce que las normas de seguridad en base al control de emisión de gases contaminantes referentes al campo automotriz, han sido desarrolladas en función a su progreso y conducta, debido a que las industrias de mantenimiento y manufacturas, son las generadoras de mayor índice de contaminación a nivel mundial (Higieneambiental, 2014).

Debido a que dichos procesos de polución existentes afectan en grandes cantidades las normas de control ambiental en interiores, se han desarrollado códigos y

estándares de seguridad, con un minucioso y detallado estudio para controlar y evitar los altos niveles de contaminación, llegando así, a obtener resultados mínimos en operaciones funcionales de maquinarias, equipos o manuales de principio a fin de su trabajo (Higieneambiental, 2014).

## **1.2 Planteamiento del problema.**

Las prestaciones habituales que posee un taller automotriz siempre van estar enfocadas en grandes cargas de ambiente contaminante, como es así, los desechos de fluidos ocasionados por cambios de gasolina, diésel, gases contaminantes de monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NOx), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), compuestos orgánicos volátiles (COV), aceites-lubricantes( aceites minerales, aceites semi-sintéticos y aceites 100% sintéticos), además, por el uso de máquinas de suelda, de pintura, y de los desperdicios de ácido-plomo originados por las baterías al momento de realizar su recambio, siendo este último el de más peligro contaminante.

Se ha realizado un estudio previo en los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz para implementar un sistema idóneo de evacuación de gases nocivos producidos por vehículos, combustibles, aceites-lubricantes, maquinaria (soldadura, pintura) y fluidos en el interior del taller. Mediante estos parámetros se podrá obtener una ventilación idónea en interiores, favoreciendo la salud ocupacional, y a su vez, de una manera natural, aprovechar la energía del viento exterior y las temperaturas del aire interior del taller, para generar una óptima evacuación de los gases contaminantes.

## **1.3 Formulación del problema.**

¿Cuál será el beneficio que se obtendrá en el taller de la Universidad Técnica del Norte, al implementar medidas de control ambiental en interiores, con el fin de evitar un impacto de los gases producidos por los motores MEC y MEP?

## **1.4 Delimitación temporal y espacial.**

El desarrollo del proyecto tiene una duración de cuatro meses aproximadamente a partir de Febrero 2018 hasta Mayo 2018, el presente proyecto se lo llevará a cabo en los

talleres del “Colegio Anexo Universitario” UTN en la ciudad de Ibarra, ubicado en la calle Luis Ulpiano de la Torre Yerovi, por los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

## **1.5 Objetivos.**

### **1.5.1 Objetivo general.**

Implementar la cubierta y extractores eólicos con la finalidad de evitar que exista un impacto de gases en los talleres de la UTN producidos por los motores MEC y MEP con el fin de agregar medidas de control ambiental en interiores.

### **1.5.2 Objetivos específicos.**

- Realizar una investigación bibliográfica de las medidas de control ambiental en interiores.
- Desarrollar un estudio en base a los tipos de ventilación forzada actuales en el medio con la finalidad de implementar el más adecuado.
- Obtener el método de la carga térmica de un taller.
- Instalar la cubierta y extractores eólicos que favorezcan la calidad de aire y confort ambiental adecuado para sus ocupantes.

## **1.6 Justificación.**

La presente investigación, será enfocada a todo lo que tiene que ver con medidas de control ambiental en interiores del taller de la carrera, tomando en consideración todos los parámetros y normativas adecuadas que proporcionen una excelente gestión en cuanto al uso y control de las mismas, visualizando y centrándonos de manera directa en la parte humana (estudiantes y docentes), siendo directamente los principales afectados a causa de realizar sus prácticas pre-profesionales en dichas áreas contaminantes.

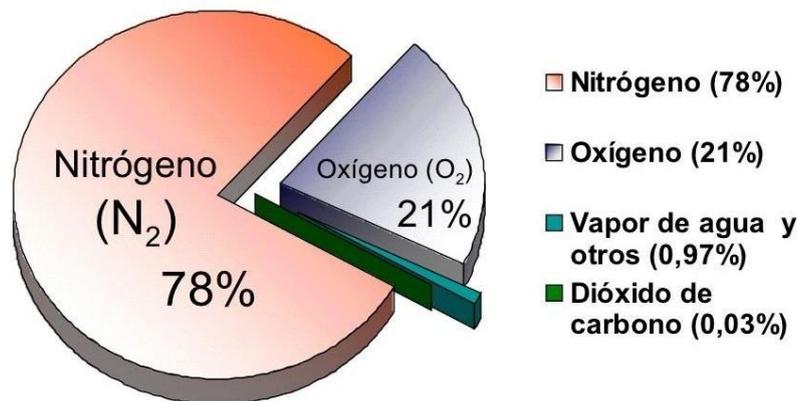
Debido a no acatar de manera consiente y responsable, con todas las normativas y leyes implantadas dentro del campo de seguridad industrial en base a todos los elementos contaminantes y desperdicios, se han visto consecuencias terribles en cuanto a la salud humana, es así, que de esta manera el trabajo investigativo propuesto será enfocado directamente en el manejo de gases contaminantes en interiores.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 El aire y su composición.

La atmósfera terrestre está constituida por una combinación de gases conocido como aire. Esta combinación cuando no presenta ningún tipo de contaminación, es incolora e inodora. En condiciones normales el aire está compuesto por elementos primordiales como lo son el nitrógeno 78.084 %, y oxígeno 20.9476 %.(Linkedin Corporation, 2009, p.1). Elementos complementarios son el dióxido de carbono y gases nobles contaminantes, tales como el monóxido de carbono, dióxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, ozono, amoníaco, metano, argón, neón, helio, kriptón, hidrogeno, xenón. En la figura 2.1, se observa la composición de un aire “normal” no contaminado (Linkedin Corporation, 2009, p.1).



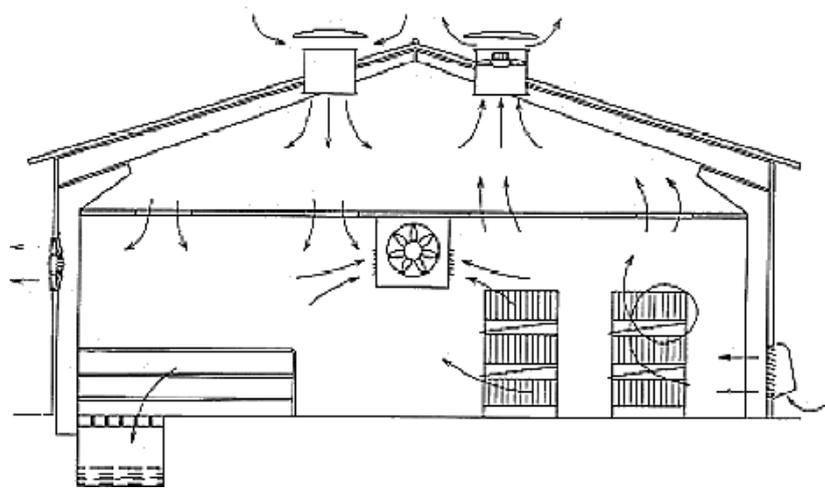
**Figura 2.1** Composición de un aire “normal” no contaminado  
(Linkedin Corporation, 2009, pág.1)

#### 2.1.1 La ventilación.

Se requiere del aire para poder vivir, es así, que en espacios donde exista la aglomeración de personas y se evidencie la escasez de algún tipo de sistema de ventilación siempre existirá presencia de humedad en la atmósfera del ambiente, lo que provocará que el calor corporal de quienes operen en el recinto se incremente considerablemente afectando la salud de los operadores, luego se deberá determinar sistemas de ventilación y climatización tanto para días de frío como para días de calor (Díaz, 2011, p.1).

### 2.1.2 El Principio de la Ventilación.

En la figura 2.2, se observa cómo la ventilación se genera por una recirculación adecuada de aire limpio en un sitio o lugar, obteniendo de manera ecuánime su temperatura al igual que su humedad, reduciendo partículas y sustancias perjudiciales. Para obtener la fase de ventilación, se debe considerar extraer aire y gases calientes, además, seguido de esto, obtener el ingreso de gases limpios, donde, se conseguirá un mayor confort y seguridad de las personas que desempeñen su labor u ocupación dentro del establecimiento en caso de alguna emergencia (Soler & Palau , 2007,p.1).



**Figura 2.2** Recinto Industrial ventilado  
(Soler & Palau , 2007,pág.1)

### 2.2 Ventilación de ambientes.

Para satisfacer el confort de un sitio que permanece cerrado se debe considerar sustituir el aire limpio de manera frecuente dentro del habitáculo, manteniendo así las condiciones de salud y pureza. Los propósitos de la ventilación son:

- Beneficiar en caso de suscitarse un siniestro o incendio.
- Ayudar al beneficio laboral con eficacia.
- Restaurar los gases generados en ambientes cerrados.
- Aportar de manera eficaz en la salud sus trabajadores (Andrea, 2012, p.3).

Para determinar un lugar donde se puede implementar un sistema de ventilación eficiente, se debe considerar algunos aspectos como: El modelo de edificación que posee,

la trayectoria y aceleración del aire, el número y diseño de aberturas por donde transitara el aire, la selección del lugar indicado para evacuar los gases contaminantes, y el sitio de trabajo que se va a ventilar, al igual que verificar las operaciones a efectivizarse en la edificación (Rubio, 2018, p.6).

Para realizar la medición de la velocidad del viento se utiliza el anemómetro, el cual es el equipo más idóneo para éste fin. En entornos no industriales se realizan las mediciones para obtener las cargas de CO<sub>2</sub> a través de instrumentos de interpretación directa (Omega Engineering, 2003, p.2).

### **2.3 Requerimientos de Ventilación.**

La ventilación está relacionado a implantar condiciones favorables para la salud y seguridad de sus operadores; La velocidad del aire será mínima de 0.25 m/s en espacios donde el calor no sea de mucha relevancia y 0.75 m/s donde los grados sean elevados (Pérez, 2010, p.5).

Para obtener una ventilación segura para la salud, se debe tomar en cuenta los siguientes principios:

- La carga de gases no deben ser muy dañinas.
- No puede sobrepasar la carga de polución en relación a la ventilación.
- El ámbito laboral debe mantenerse a un margen considerable del origen de la contaminación (Pérez, 2010, p.5).

La ventilación natural o también obtenida como flujo de aire tiene un déficit considerable ocasionado que exista una carencia de recirculación del viento, produciendo un fácil ingreso de sumas elevadas de contaminantes a la edificación. (Martínez Miguel, 2016, p.1).

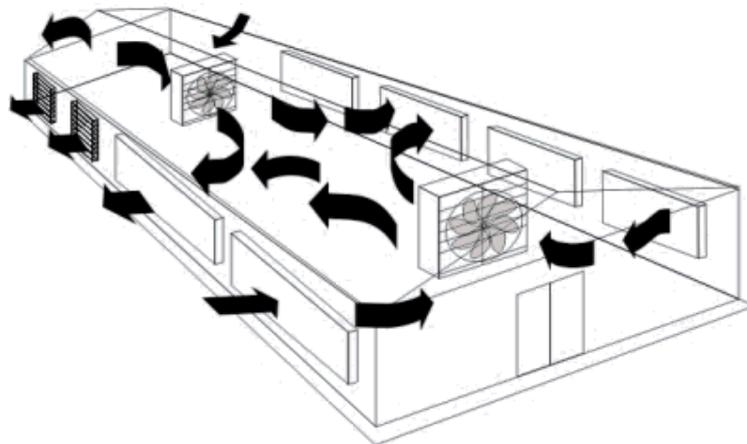
#### **2.3.1 Sistemas de Ventilación.**

Considerando su posición y diseño, se pueden encontrar diferentes tipos de ventilaciones.

- Sistemas de Ventilación horizontal.
- Sistemas de Ventilación vertical.
- Sistemas de Ventilación natural
- Sistemas de Ventilación forzada (Aliter soluciones energéticas, 2017, p.1).

### 2.3.2 Sistemas de Ventilación Horizontal.

Se la genera a lo largo de una edificación a través de un impacto producido del aire del exterior e interior mediante ductos y ventanales, obteniendo así, una temperatura considerable para cada departamento de la edificación. En la figura 2.3, se puede observar la evacuación de gases hacia el exterior del recinto por medio de un sistema de ventilación horizontal (Oyervides, 2010, p.1).

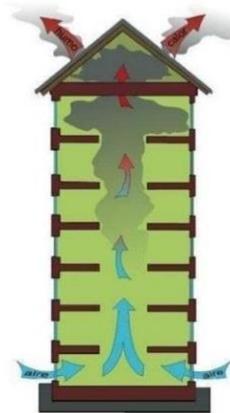


**Figura 2.3** Sistema de Ventilación horizontal, evacuación de gases (Oyervides, 2010, pág.1)

### 2.3.3 Sistemas de Ventilación Vertical (Táctica).

Se la consigue en la parte alta del sitio que será ventilado. Para efectivizar el uso de la ventilación vertical se dispondrá de instrumentos de altura que sobrepasen el sitio de la edificación. Además se debe tener en cuenta que la ventilación vertical se la puede utilizar simultáneamente con la ventilación cruzada. En la figura 2.4, se puede observar la evacuación de gases de un recinto hacia el exterior a través de un sistema de ventilación

vertical (Blasco, 2014, p.12).

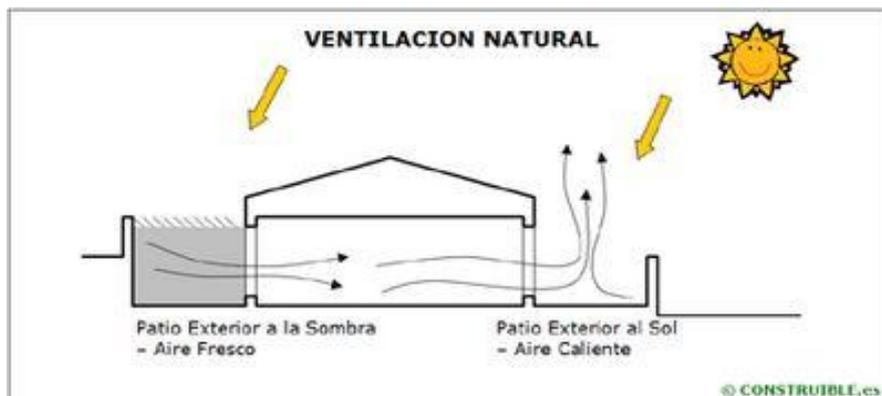


**Figura 2.4** Sistema de Ventilación vertical, evacuación de gases  
(Blasco, 2014, pág.12)

## 2.4 Sistemas de Ventilación Natural.

En la figura 2.5, se aprecia que este sistema de ventilación permite obtener aire del exterior de la construcción hacia el interior, mediante o a través de ventanas ubicadas estratégicamente en una edificación de una manera natural sin necesidad de usar un consumo energético (Gramas, 2012, p.1).

Estos sistemas naturales de ventilación son empleados actualmente en las construcciones que prestan algún apoyo mecánico por lo que, se los ha llamado edificios híbridos o mixtos, los cuales prestan un beneficio de manera considerable para los ambiente interiores (Gramas, 2012, p.1).



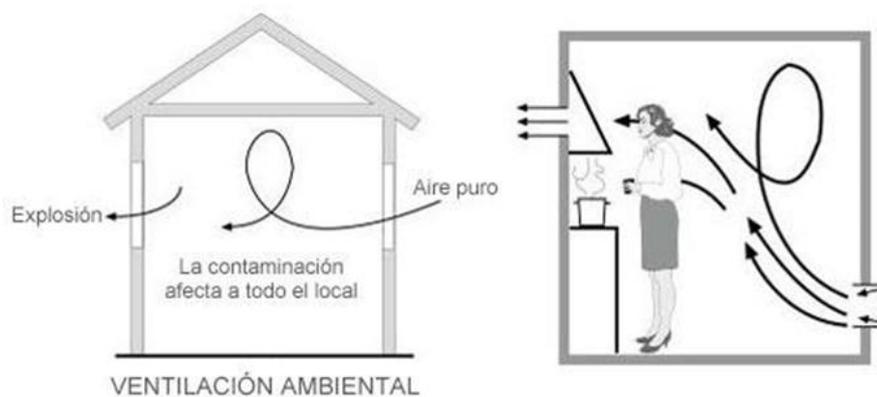
**Figura 5.** Sistemas de ventilación natural, evacuación de gases  
(Gramas, 2012, pág.1)

### 2.4.1 Aspectos de la Ventilación Natural.

Para cumplir con los parámetros de ventilación natural, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Los ventanales deben poseer un área similar para poder reducir el paso del flujo del aire.
- Los ventanales deben tener una accesibilidad adecuada.
- Los ventanales y aberturas deberán ser ubicados en orientación de las corrientes de viento.
- Considerar que las ventanas de diseño horizontal generan ventilación con mayor eficacia que los ventanales de diseño cuadrado (Poveda, 2012, p.7)

La figura 2.6, demuestra que el viento se forma mediante o a través de los cambios de presiones producidos por el aire frío y caliente en un espacio. Estos cambios generados del viento y movimiento, producen desigualdades de presión, lo cual con lleva a un aumento de la recirculación del viento en interiores (Andrea, 2012, p.2).



**Figura 2.6** Sistemas de ventilación natural  
(Andrea, 2012, pág.2)

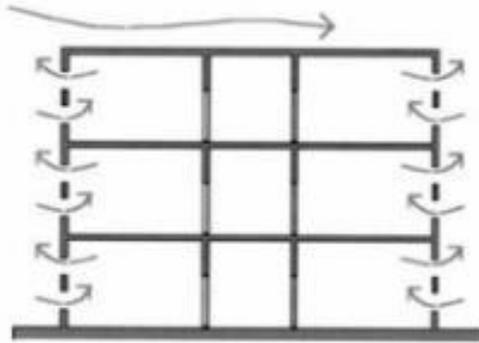
### 2.4.2 Clasificación de los sistemas de ventilación natural.

Los sistemas de ventilación natural se clasifican de la siguiente manera.

- Sistemas de ventilación natural directa.
- Sistemas de ventilación natural cruzada.
- Sistemas de ventilación natural pura. (Victoria, 2013, p.1)

#### 2.4.2.1 Ventilación natural directa.

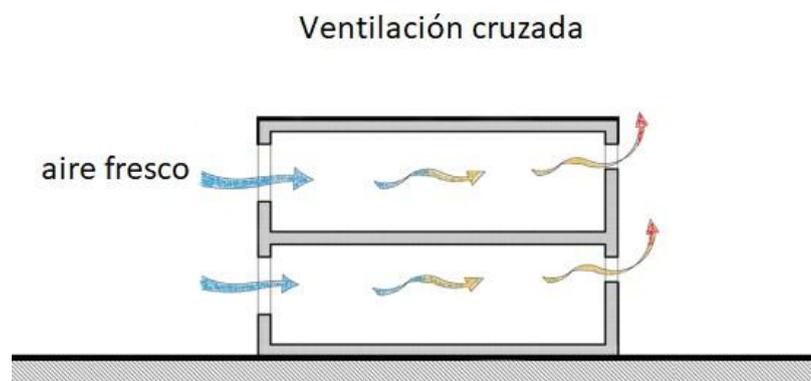
En la figura 2.7, La ventilación natural directa, como su nombre lo indica, se efectúa de manera directa a la infraestructura, en consecuencia a la corriente del aire, lo cual genera que se obtengan incorrectos resultados respecto a la temperatura interior del recinto (mdgaeetsaun, 2017, p.2).



**Figura 2.7** Ventilación natural directa  
(Mdgaeetsaun, 2017, pág.2)

#### 2.4.2.2 Ventilación natural cruzada.

La figura 2.8, demuestra que en la ventilación natural cruzada, se puede aprovechar el calor en ambientes cálidos, y es muy conocido por ser utilizado en habitáculos, aunque cuando los grados de temperatura decaen no se obtienen datos o resultados favorables de temperatura en el interior del recinto (Del Toro, 2014. p.1).



**Figura 2.8** Ventilación natural cruzada  
(Del Toro, 2014. pág.1)

### **2.4.2.3 Ventilación natural pura.**

La figura 2.9, indica que la ventilación natural pura, se genera a través de diferentes presiones que se obtienen de la zona exterior e interior de un espacio (Alimarket, 2012, p.1).



**Figura 2.9** Ventilación natural pura  
(Alimarket, 2012, pág.1)

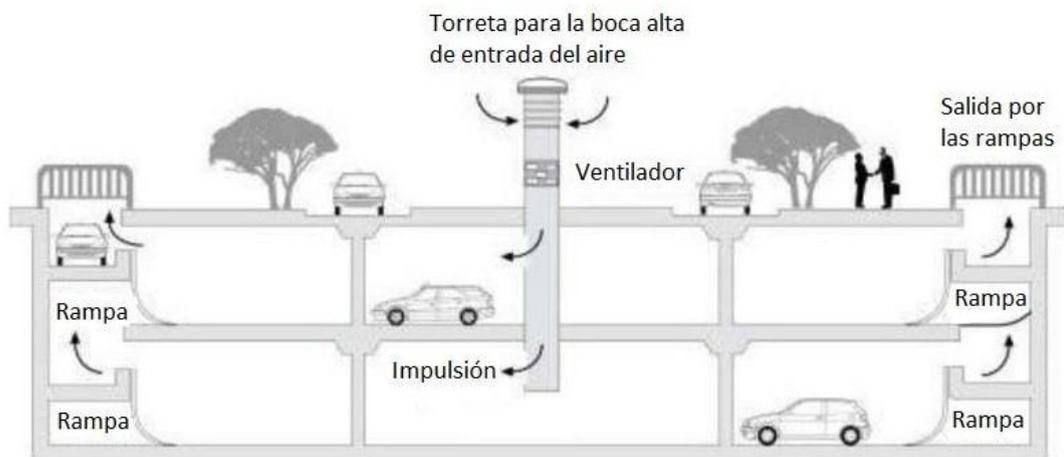
### **2.5 Sistemas de Ventilación forzada o artificial.**

Son aquellos sistemas encargados de obtener un intercambio de aire con el exterior de la construcción de forma mecánica, el cual se efectiviza permitiendo modificar la presión del aire por medio de conductos a toda el área del lugar.

La figura 10, expresa que estos tipos de ventilación forzada se aplican dependiendo del déficit que proporcione una ventilación natural, al igual que por el ingreso de partículas del exterior hacia el espacio a ventilarse. El cual se lo conseguirá por medio de ventiladores, extractores eólicos, al igual que por diferentes elementos de acción mecánica (Medina, 2013, p.3).

Las ventajas con ventilación forzada son, entre otras, la de verificar el paso de gases peligrosos contaminantes, evacúa los gases contaminantes de una manera más rápida y eficiente, reduce la necesidad de los sistemas de ventilación natural en el lugar y se obtiene una adecuada conservación ambiental del inmueble (Medina, 2013, p.10).

## Ventilación en Edificios



**Figura 2.10** Ventilación forzada o artificial  
(Medina, 2013, pág.3)

### 2.5.1 Espacios para los sistemas de ventilación forzada.

El uso de los espacios que necesitan ventilación forzada, el uso de los sistemas de ventilación forzada será en base a las necesidades que presente un lugar o recinto, como, cocinas, talleres, laboratorios, edificaciones con carencias de ventanas, sitios con presencia de temperaturas calientes y humedad que necesiten ventilación, fábricas industriales, y en espacios donde se generen gases nocivos e inflamables (Medina, 2013, p.12).

La ventilación con presión negativa es la encargada de extraer o aspirar gases nocivos de un recinto confinado hacia el exterior, esto se lo consigue por medio de un sistema de ventilación mecánica, eléctrica o por medio de eyectores de humo, encargados de producir corrientes de aire (Medina, 2013, p.9).

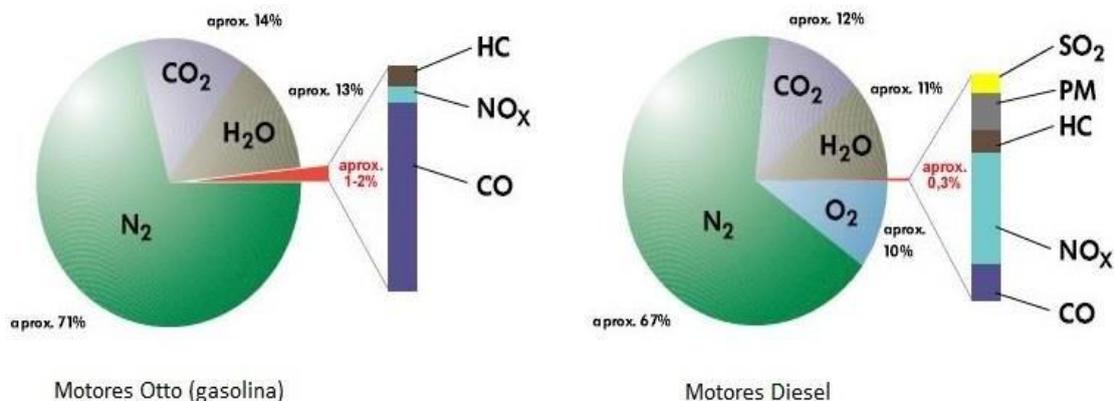
El sistema de ventilación con presión positiva implica que la entrada de aire fresco a un recinto o lugar, sea de mayor cantidad a la que sale, obteniendo una ágil presión positiva en el interior del lugar (Medina, 2013, p.8).

La ventilación forzada se aplica:

- Cuando la edificación no posea o brinde un sistema de ventilación natural.
- Cuando se encuentre con un ambiente confinado y no disponga de sistemas para evacuar los gases contaminantes.
- Cuando el espacio de un recinto confinado, presente una gran cantidad de contaminación y los sistemas de ventilación natural sean prácticamente ineficientes para dicha evacuación (Medina, 2013, p.12).

## 2.6 Componentes de los gases de escape.

Los gases contaminantes de mínima fracción son, el óxido nítrico, hidrocarburos, monóxidos de carbono y partículas de hollín. La figura 2.11, describe la composición de gases que emanan los motores a gasolina y motores Diésel (Meganeboy, 2014, p.1).



**Figura 2.11** Composición de los gases de escape  
(Meganeboy, 2014, pág.1)

Dónde: *N<sub>2</sub>*: Nitrógeno, *O<sub>2</sub>*: Oxígeno, *H<sub>2</sub>O*: Agua, *CO<sub>2</sub>*: Dióxido de carbono, *NO<sub>x</sub>*: Óxidos nítricos, *SO<sub>2</sub>*: Dióxido de azufre, *HC*: Hidrocarburos, *CO*: Monóxido de Carbono, *PM*: Partículas de hollín Diésel.

### 2.6.1 Gases no contaminantes emitidos por los motores MEC y MEP.

Nitrógeno (**N<sub>2</sub>**): Es un gas de tipo no inflamable presente en el aire que respiramos, es inodoro e incoloro, además ayuda en la etapa de combustión en relación con el aire de admisión, de igual manera el nitrógeno aspirado es evacuado por los gases

de escape de manera pura, siendo combinado una pequeña cantidad con el oxígeno (Meganeboy, 2014, p.1).

Oxígeno (**O<sub>2</sub>**): Es el elemento con más importancia presente en el aire que respiramos con un 21%, además de ser un gas inodoro e incoloro y de presencia simple, además de ser un elemento indispensable para la generación de una mezcla ideal de combustión, aunque de ocasionarse una mezcla incompleta, el oxígeno será evacuado por los gases de escape (Meganeboy, 2014, p.1).

Agua (**H<sub>2</sub>O**): Aspirado en gran cantidad por el motor en la etapa o fase de recalentamiento del mismo, siendo éste elemento un subproducto de la ignición y se evacua por el sistema de escape, además de ser el elemento más inofensivo de los gases de escape (Meganeboy, 2014, p.1).

Dióxido de Carbono (**CO<sub>2</sub>**): Es un elemento que se genera al ser quemados los comburentes que poseen carbono como el gasoil, donde el carbono realiza una combinación con el oxígeno aspirado durante esa acción. De igual manera es un gas incoloro no tóxico de presencia no comburente, aunque su presencia afecta a la atmósfera terrestre, el cual protege del ingreso de rayos ultra violetas al planeta (Meganeboy, 2014, p.1).

### **2.6.2 Gases contaminantes emitidos por los motores MEC y MEP.**

Monóxido de Carbono (**CO**): Es un gas que se genera a causa de una mala ignición de comburentes que poseen carbono, de presencia inodora e incolora, es un gas detonante con una alta presencia de toxicidad para el medio ambiente, ocasionando en los seres humanos un bloqueo de oxígeno al respirar, ya sean en pequeñas cantidades (Meganeboy, 2014, p.1).

Óxidos Nítricos (**NO<sub>x</sub>**): Generados por la mezcla ocasionada del oxígeno y nitrógeno, los óxidos de nitrógeno se ocasionan cuando se encuentran en presiones elevadas, por exceso de oxígeno, y por altas temperaturas que se generan en la fase de combustión del motor. Al ocasionarse una combustión eficiente, produce un incremento de temperatura, desembocando de esta manera en la concentración y

emisión de óxidos nítricos al medio ambiente (Meganeboy, 2014, p.1).

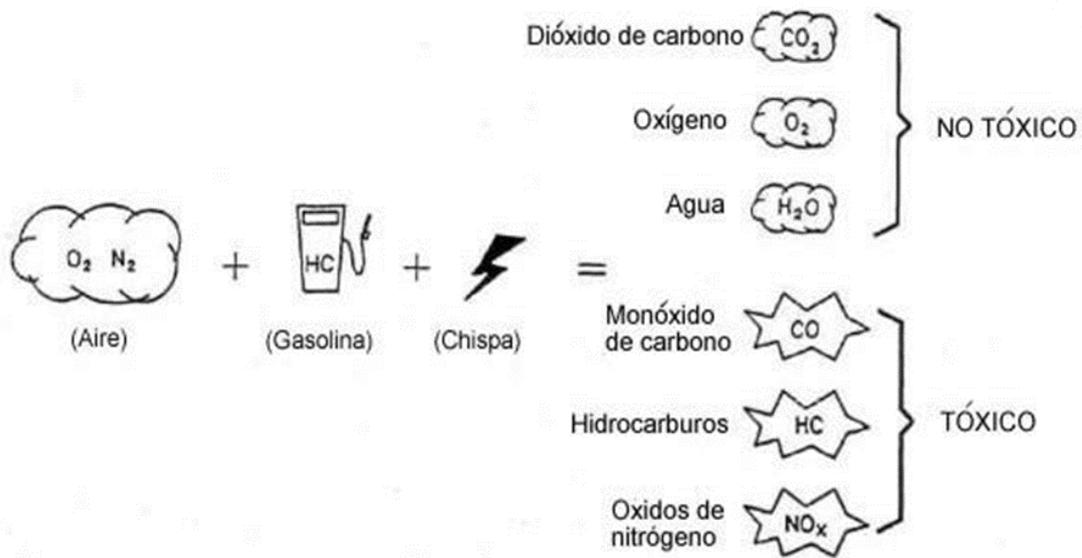
Dióxido de Azufre (**SO<sub>2</sub>**): Conocido también como anhídrido sulfuroso, es el accionante de graves enfermedades respiratorias, aunque, se presenta en pequeñas cantidades en las emisiones de escape, posee un olor fuerte, es un gas incoloro no inflamable. De igual manera cabe recalcar que al reducirse las cantidades de azufre en el comburente, se podría evitar emanaciones altas de óxidos nítricos (Meganeboy, 2014, p.1).

Hidrocarburos (**HC**): Son excedentes provenientes de la mala quema del comburente, que aparecen en los gases de escape al ocasionarse una deficiente combustión, esto se presenta al generarse un déficit de oxígeno en la etapa de ignición conocida como mezcla rica, o a su vez por un déficit en la velocidad de inflamación conocida como mezcla pobre, esto conlleva a realizar una inspección pertinente para mejorar la riqueza de la mezcla (Meganeboy, 2014, p.1).

Partículas de hollín Diésel (**PM**): Las partículas de hollín son originadas en mayor cantidad por los motores Diésel, se los puede apreciar en aspecto de hollín o cenizas. Las afectaciones que decaen sobre el organismo del ser humano aún no han sido aclaradas en su totalidad (Meganeboy, 2014, p.1).

## **2.7 Sustancias que poseen los gases de escape.**

Los motores de combustión interna debido a su forma de trabajo y rendimiento, no llegan a realizar una quema completa de comburente dentro de los cilindros, por lo que si no se realiza una adecuada combustión provocará emanaciones tóxicas de gases al medio ambiente, emitidos por el escape. Existen gases tóxicos y leves para la salud que se obtendrán de una evacuación de gases producidos por la combustión (Meganeboy, 2014, p.1). La figura 2.12, representa la combustión de la mezcla y emisiones de escape en un automotor.



**Figura 2.12** Combustión de la mezcla y emisiones de escape  
(Meganeboy, 2014, pág.1)

## 2.8 Elementos de Seguridad Industrial.

El objetivo de la seguridad ocupacional es la de implementar normas efectivas para evitar accidentes en el campo laboral. Este acuerdo se lo ha desarrollado pensando en el bienestar de cada uno de los trabajadores en cuanto a su seguridad ocupacional para que puedan desempeñarse y tengan un mayor confort laboral, generando de esta manera un aporte beneficioso en cuanto al desarrollo de la industria o empresa (DIPROQUIM, 2015, p.1).

Por otra parte se deberá tomar en cuenta el entorno laboral debido a que se puede ver afectada la integridad emocional y física, ocasionando daños irreversibles a la salud (DIPROQUIM, 2015, p.1).

Según el reglamento de seguridad y salud ocupacional del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), la Dirección General se compromete a asignar, los recursos humanos, tecnológicos y económicos necesarios, que permitan controlar y/o eliminar posibles riesgos derivados de su actividad inherente, cumpliendo así la Legislación Ecuatoriana relacionada con la Seguridad y Salud Ocupacional y los objetivos institucionales (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012, p. 2).

La Organización Internacional de la Salud, decretó en el año 1946, que la salud ocupacional de las personas se la debe respetar y tomar con mucho interés, ya que, de esta manera, se evitará dar importancia al bienestar de las personas en el campo laboral solo cuando presenten algún tipo de enfermedad. Es por este motivo, que este organismo se ha vinculado a las Naciones Unidas, con el objetivo de satisfacer las necesidades de la fatiga laboral en la industria, incorporando indumentaria de seguridad industrial básica como nos indica la figura 2.13, (DIPROQUIM, 2015, p.1)



**Figura 2.13** Equipos de seguridad industrial

(DIPROQUIM, 2015, pág.1)

### 2.8.1 Factores influyentes en el ambiente industrial.

La temperatura de un recinto no debe alcanzar altos niveles de humedad, es decir superiores al 60%, debido a que provocará aumento de calor en el área, además de sudoraciones corporales en los trabajadores (Vaisala, 2017, p.1).

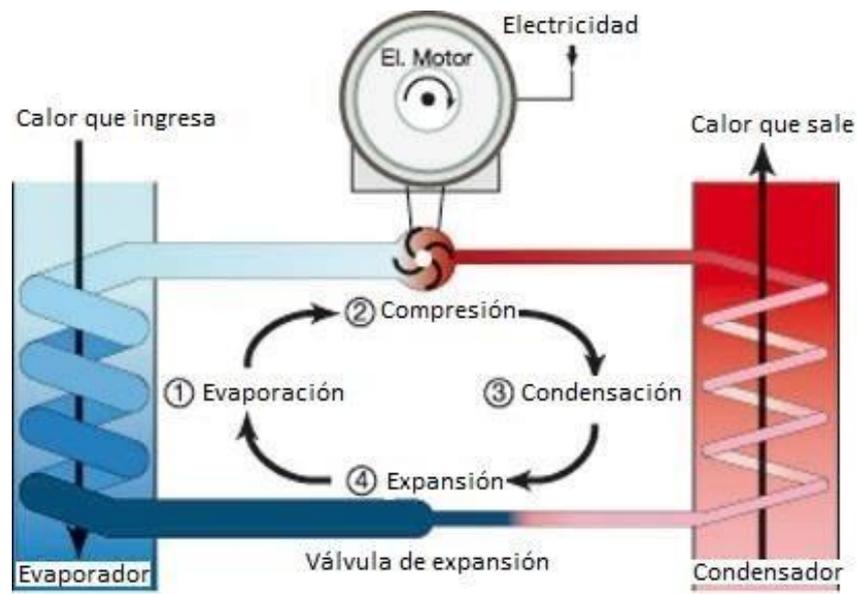
En el caso de que la temperatura del recinto sea menor al 30% generará reacciones tales como, incremento de posibles infecciones respiratorias, además de sinusitis, dolores de cabeza, problemas de resequeidad en la piel (Vaisala, 2017, p.1).

### 2.8.2 Desprendimiento de calor en maquinaria industrial.

El calor obtenido de las maquinarias se lo debe tomar en cuenta, ya que se

podría generar un sobrecalentamiento de las mismas y obtener como resultado un daño de la máquina, por lo que deberá existir algún tipo de extracción o sistema de ventilación para evacuación de gases y cargas de calor (Mundo HVACR, 2005, p.3).

En la figura 2.14, se puede apreciar la emanación de calor de una máquina industrial.



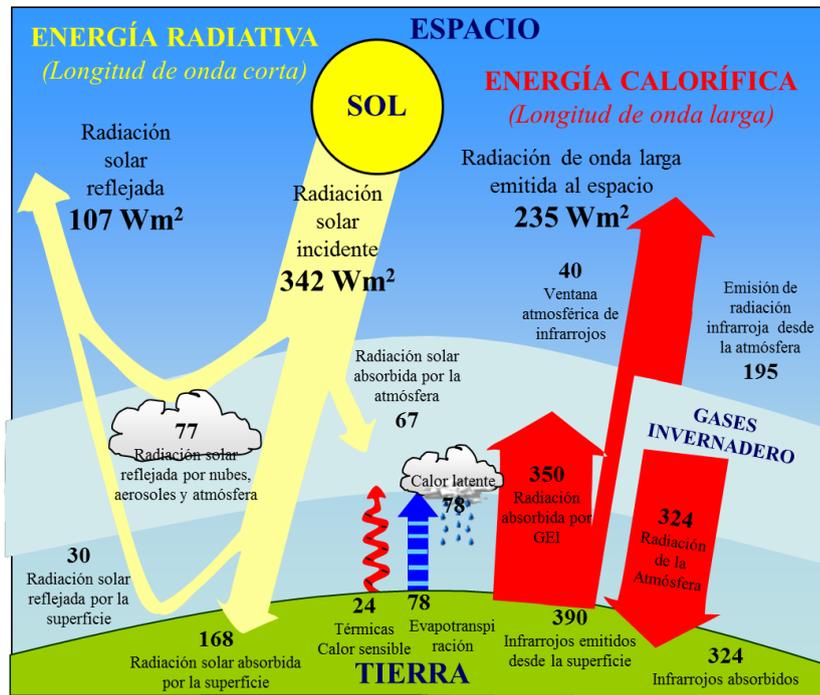
**Figura 2.14** Emanación de calor de máquina industrial  
(Mundo HVACR, 2005, pág.3)

### 2.8.3 Radiación solar.

Se debe considerar un permanente aumento de la temperatura en el área interna de un recinto debido a las exposiciones generadas por las radiaciones solares hacia la infraestructura, a través de ventanales y cubiertas, además, se debe aclarar que la mayoría de las radiaciones solares regresaran a la atmósfera, dejando una cantidad considerable penetrar al interior de la edificación (Abapeisa, 2014, p.1).

Por otro lado, también se debe tomar en cuenta que las estructuras de color y tonos más oscuros, absorberán de manera más considerable y en mayor cantidad el calor proveniente de las radiaciones solares, también los materiales de construcción de la edificación influirán en la absorción de calor, estos serán puntos claves, y de suma consideración a la hora de implementar algún tipo de sistema de ventilación en un recinto

(Abapeisa, 2014, p.1). En la figura 2.15, se demuestra la radiación solar

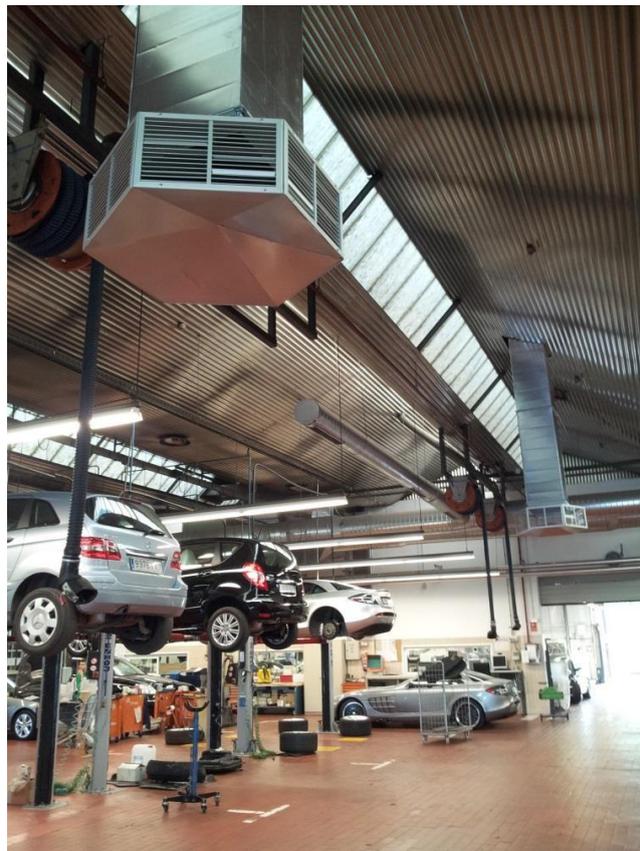


**Figura 2.15** Radiación solar  
(Abapeisa, 2014, pág.1)

#### 2.8.4 Climatización en la industria.

El rendimiento de los trabajadores en el área o campo laboral siempre va a ser la pieza clave para el desarrollo en cuanto a progreso de la empresa o industria. La temperatura en el interior de un recinto influye en gran importancia para el desarrollo empresarial, es así, que si se presenta un déficit en la climatización en espacios industriales puede ocasionar una gran desventaja para el avance económico y rentable, lo que ocasionará pérdidas irreversibles a la empresa (Salcedo, 2018, p.7).

Es así, que se debe aprovechar la temperatura del exterior, como se representa en la figura 16, a través del sistema de climatización en base a la humedad, grados de temperatura, actividades que involucren un esfuerzo físico de los trabajadores y la vestimenta con la que operan en el interior de la edificación o industria, con la única finalidad de conseguir una adecuada climatización (Salcedo, 2018, p.7).



**Figura 2.16** Climatización en la industria

(Salcedo, 2018, pág.7)

## 2.9 Glosario de términos

**Anemómetro:** Instrumento para medir la velocidad o fuerza del viento.

**Aglomerado:** Juntar o amontonar cosas o personas sin ningún orden.

**Atmosfera:** Masa gaseosa que rodea la tierra.

**Carbonáceas:** Sustancia rica en carbono, con elevada cantidad de hidrogeno.

**Comburentes:** Sustancia que consigue la combustión o la acelera.

**Continuidad:** Unión que tienen entre si las partes de un todo continuo.

**Climatización:** Acondicionamiento climático de un recinto.

**Coacción:** poder legítimo del derecho para imponer el cumplimiento de sus principios y normas.

**Cuentarrevoluciones:** Equipo utilizado para medir y detectar datos exactos de temperatura y revoluciones por medio de bluetooth instalados con el equipo analizador y el opacímetro (Motorgiga, 1998, p.1).

**Densidad:** Relación entre la masa y volumen de un cuerpo o sustancia.

**Espectroscópico:** Instrumento que se encarga de conseguir y analizar un espectro (Larousse Editorial, 2016, p.1)

**Estática:** Ciencia mecánica o relativo a ella.

**Energético:** Ciencia que trata de la energía.

**Galvanizado:** Metal cubierto con una capa de cinc para que no se oxide.

**Híbridos:** Formado por elementos de distinta naturaleza.

**Homogeneidad:** igualdad o semejanza en la naturaleza o el género de varios elementos.

**HC:** hidrocarburos.

**Radiación:** Acción y resultado de irradiar.

**Infraestructura:** Conjunto de elementos necesarios para el desarrollo de una organización o actividad.

**Isotropía:** Cualidad de isótropo, que poseen las mismas propiedades independientemente de la dirección que se las mida (Diccionarioinformal, 2006, p.1)

**MCIA:** Motor de Combustión Interna Alternativo (Garcia Roberto, 2016, p.1).

**Opacímetro:** Instrumento que sirve para medir la opacidad de los gases de escape de un Automotor (Motorgiga, 1998, p.1).

**Oxidación:** Transformación de un cuerpo por la acción del oxígeno o de algún oxidante.

**Presión:** Opresión o compresión que se ejerce sobre algún objeto.

**Radiaciones:** Emisión de calor, luz o cualquier otro tipo de energía a través de un cuerpo.

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA O PARTE EXPERIMENTAL

Tomando en consideración el Método Analítico, se diferencia en primer lugar cada uno de los componentes del sistema que se va a implementar, y a su vez, el método analítico permite realizar una verificación de cada uno de los elementos, independientemente, con la finalidad de hacer cumplir los objetivos planteados.

En lo que se refiere a la utilización del método científico, el presente proyecto da a conocer y detallar todos los aspectos de mayor importancia que poseen los sistemas de ventilación forzada. Además de identificar, analizar y determinar el más idóneo, y a su vez, el de impartir los conocimientos que se adquieran de manera práctica, donde sus beneficiarios serán los estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería en mantenimiento automotriz.

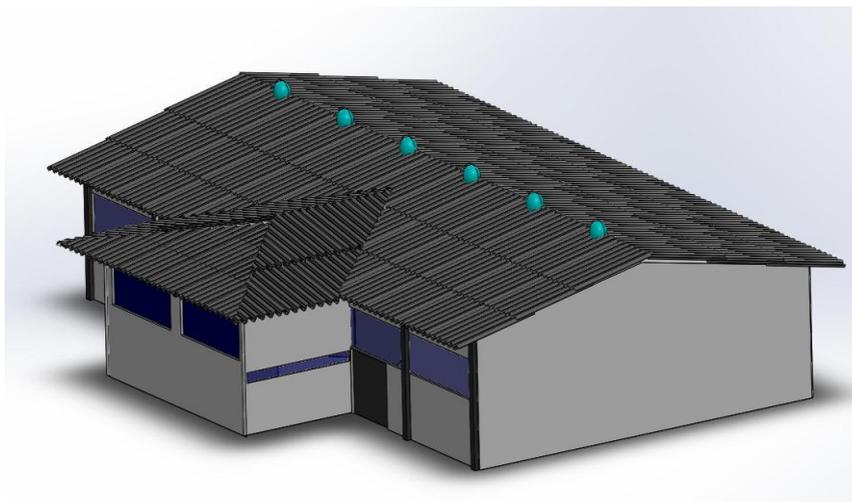
Dentro del Método Inductivo, al realizar una observación en referencia a todos los aspectos que se han percibido, se realiza una demostración de las consecuencias que presenten a través de la lógica que será el factor indispensable para poder validar las mismas.

#### 3.1 Método por Elemento finito (MEF).

También reconocido como análisis por elementos finitos, es un sistema numérico, por el cual se puede resolver ecuaciones diferenciales que se presentan en diferentes tipos de problemas de la física e ingeniería a través de sistemas computacionales, donde los mismos presentan variables dependientes encargados de complacer a las ecuaciones diferenciales en base algún campo conocido, a estas variables se las conoce como variables dependientes donde la ecuación diferencial gobierna dichas variables. Además, conociendo el problema, se puede obtener variables con desplazamiento de temperatura, de traslado de calor, físicas, y de velocidad de fluidos (Solidworks Corporation, 2018).

Son mecanismos de gran ayuda para estudiantes, técnicos e ingenieros que ejercen su labor en diferentes tipos de industrias, la manera adecuada de utilizar este sistema

MEF, es la clave para visualizar el movimiento de todos los esfuerzos que presente la estructura, ya que este será el aspecto primordial en relación a su diseño permitiendo visualizar la deformación de la pieza, dónde podría ser la causa que limita su diseño en ocasiones. Es así que el MEF valora a una estructura como partículas de proporciones finitas denominados elementos finitos, donde presentan una fase de transformación en la estructura llamada discretización o modelado (Solidworks Corporation, 2018).



**Figura 3.1** Diseño en Solidworks del taller de la carrera de Ingeniería Automotriz con sistemas eólicos

### 3.2 Método para determinar contaminantes.

Dentro del estudio, se establecen tres distintas fuentes de emisiones en los motores MEC y MEP que son:

Comburente evaporado del carburador y depósito. Aquí se establece que existe un aproximado de 20% de HC (hidrocarburos sin quemar) generados por el motor, se informa al depósito, al motor apagado y al carburador que existe un cánister relleno de carbón encargado de absorber y retener vapores producidos por el comburente de manera de condensación. El comburente es aspirado por el carbón en el momento que se pone en marcha el motor, produciendo una brisa de aire por medio del cánister (Scribd, 2018, p. 230).

Emanación obtenida del cárter del motor. Considerando el aspecto del motor, se puede obtener partículas generadas de la combustión, además poseen un 25% de HC despedido del motor, puede eliminar de una manera fácil obteniendo recirculación de las emanaciones a la cámara de admisión.

Gases contaminantes de escape. Obtenidos de la fase de combustión, son los mayores contaminantes con un 100% de artículos contaminantes como son los (*CO*) monóxidos de carbono, (*NOx*) óxido de nitrógeno y un 55% de (*HC*) hidrocarburos sin quemar (Scribd, 2018, p. 230).

### **3.2.1 Emisiones contaminantes motores MEC y MEP.**

Se deduce que la mayor fuente de contaminación será generada por los gases de escape, tanto en los motores MEC y MEP. De igual manera, se debe aclarar, que los motores MEC generan partículas carbonáceas, las cuales permanecen ausentes en los motores MEP. Es así, que las principales fuentes contaminantes serán la evaporación de comburente en el depósito y el carburador, las cuales tendrán un 20% (*HC*) hidrocarburos provenientes del motor sin quemarse; los gases originados en el cárter evacuados al exterior, responsables de un 25% de (*HC*) generados por el automotor, y finalmente los gases de escape que son los que más contaminación emiten con un 100% de partículas contaminantes y de un 55% de (*HC*) sin quemar en su totalidad (Meganeboy, 2014, p.1).

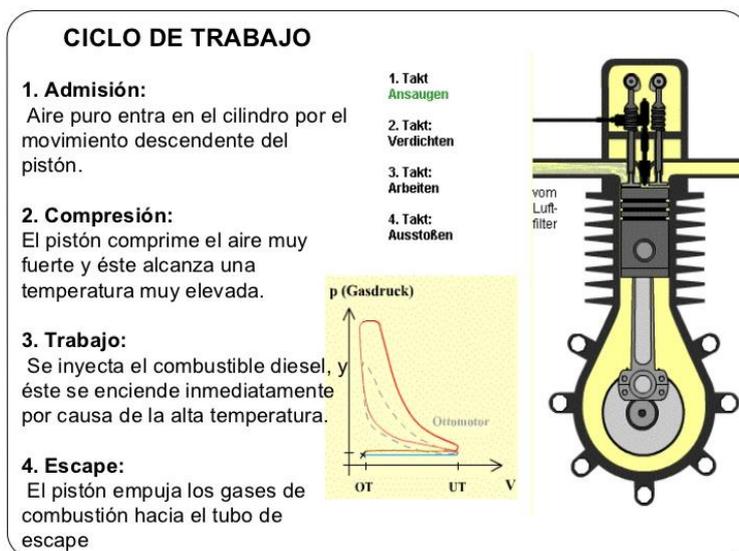
Las emisiones contaminantes en los motores MEC y MEP no se basarán específicamente en la potencia y tipo de motor del vehículo, al contrario, también influirán factores como el diseño del motor, aceite lubricante, los sistemas de abastecimiento de aire y comburente, aditivos, temperatura del medioambiente, la pendiente de la carrera, la humedad, y el deterioro del automotor, estos entre los más importantes (Meganeboy, 2014, p.1).

### **3.2.2 Motores MEC (Motores de encendido por compresión o ciclo Diésel).**

Los motores de encendido por compresión MEC funcionan mediante la aspiración del aire en la etapa de admisión, comprimiendo e incrementando notablemente la temperatura y presión, obteniendo que el comburente inyectado se combustione unas fracciones antes del punto muerto superior (Mecánica Automotriz, 2018, p. 1).

En los motores MEC, su encendido se produce por medio de un auto encendido, debido a que el comburente inyectado en la cámara ingresa a una presión de (500–2000) bar, con una densidad de aire en la cámara de (10-50) bar y una temperatura del aire en la

cámara de (900-1000) grados Kelvin. Por lo cual, se obtendrá un encendido natural como se aprecia en la figura 18. (Mecánica Automotriz, 2018, p. 1).



**Figura 3.2** Ciclo de trabajo de un motor MEC  
(Aguirre, 2011, pág.1)

### 3.2.3 Combustión y gases en motores MEC.

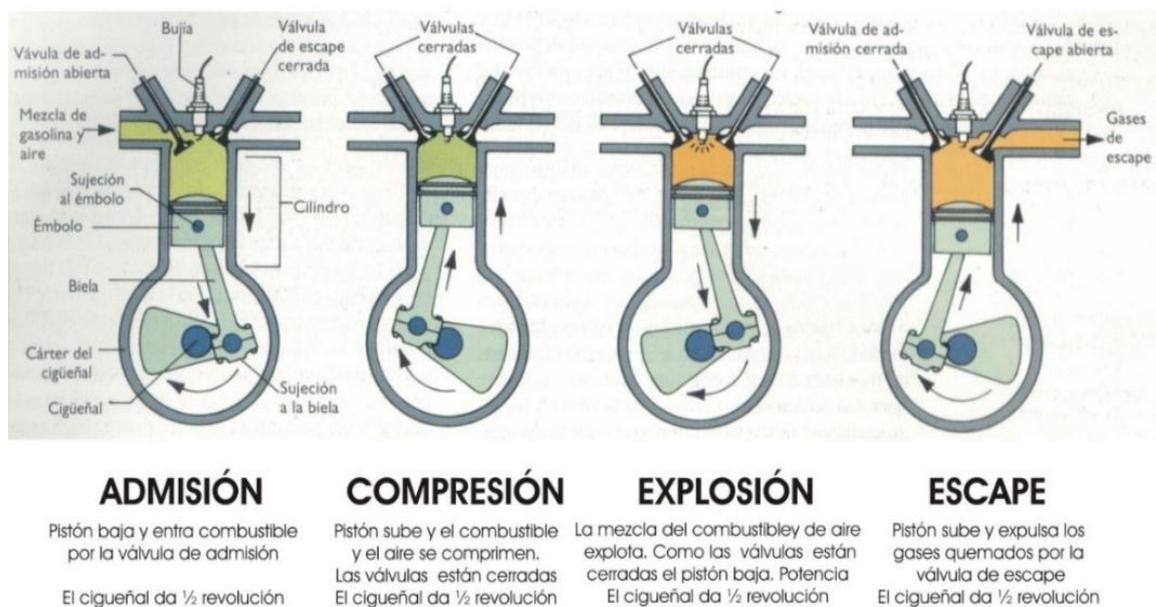
En los motores MEC, la combustión se la obtiene mediante el autoencendido del comburente, producida por la inyección del comburente en los cilindros antes de iniciar la combustión, por una repartición heterogénea del comburente en el interior de la cámara, se obtiene una distribución distinta de temperaturas y gases quemados (Scribd , 2018, p. 232).

Para entender cómo se originan los gases contaminantes a través de la combustión, se debe acatar dos fases importantes, como es la fase en la que una parte del comburente es quemada en el momento de la pre-mezcla, rápidamente luego del periodo de retraso, acompañado de un periodo de llama de difusión, donde la mezcla se asemeja a la estequiométrica de 14,5:1 gramos de aire por gramos de gasolina; seguido de la fase de premezclado, donde la composición en la mezcla se diferencia notablemente de la estequiométrica (Scribd, 2018, p. 232).

### 3.2.4 Motores MEP (Motores de encendido provocado o ciclo Otto).

En los motores MEP, se tiene mayor énfasis en la fase de formación de mezcla aire – combustible en el colector de admisión, debido a que el comburente inyectado en el puerto de la

admisión, está constituido de gotas de comburente, donde solamente una parte de las gotas son evaporadas y la otra fracción es ingresada en el puerto de admisión, creándose de esta manera una película de comburente. De esta manera el comburente es trasladado hacia los cilindros a distintas velocidades y en distintos estados físicos, lo cual genera un desvío en la medición de comburente y exista un incremento en las emisiones de gases contaminantes en ejecución temporal del motor. En la figura 19, se puede apreciar las fases que cumple un motor de encendido provocado o ciclo Otto (Scribd, 2018, p. 233).



EN UN MOTOR DE 4 T SE PRODUCE UNA EXPLOSIÓN (FASE POTENTE) CADA 2 REVOLUCIONES

**Figura 3.3** Fases de un Motor de 4 tiempos o ciclo Otto

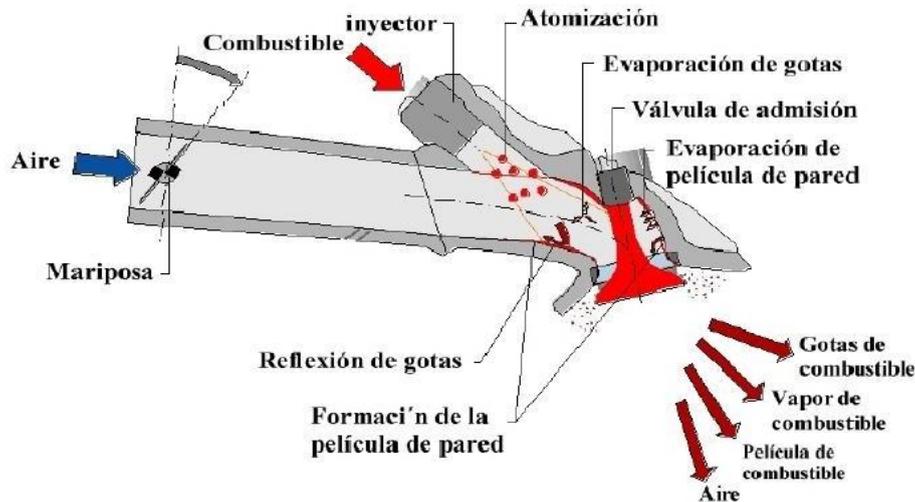
(Miguel1180, 2015, pág.1)

### 3.3 Combustión y gases de motores MEP.

Los gases contaminantes de escape en los motores MEP, poseen entre 1000 y 3000 ppm, que corresponde a un 2,5% del comburente nutrido al motor. En mezclas pobres y mezclas ricas, los (hidrocarburos) aumentan notablemente debido a que la fase de combustión no se la ejecuta en óptimas condiciones, por lo que produciría un apagado de la llama. En mezclas levemente pobres, en el cual la temperatura es eminente y hay un elevado abuso de oxígeno, aparecen los *HC* en pequeñas cantidades que se oxidan de manera parcial en el tubo de escape y el colector (Scribd, 2018, p. 233).

La emanación de *HC* (hidrocarburos) en los motores MEP, son generadas al

finalizar las reacciones de combustión en la inmediación de sus paredes, debido a una falla de la carga fresca. En la figura 20, se aprecia el traslado de comburente en el colector de admisión de un motor MEP (Scribd, 2018, p. 233).



**Figura 3.4** Traslado de comburente en el colector de admisión de un motor MEP (Scribd, 2018, pág. 233)

### 3.4 Método de cálculo para carga térmica de un recinto.

Para calcular la carga térmica de un recinto, se debe tomar en cuenta el interior del lugar, el cual se encuentra en constante incremento de calor. En espacios laborales donde exista una temperatura elevada, debe ser obligatorio la implementación de un sistema de ventilación, esto se lo consigue determinando la cantidad de calor generado en la construcción, tomando en consideración que el origen de calor lo generan principalmente las personas que trabajan en el recinto, quienes serán los afectados de manera directa en su confort y desempeño; de igual manera existirá afectaciones permanentes en los equipos eléctricos y maquinarias, reduciendo su vida útil notoriamente de no disponer de un sistema de ventilación idóneo; por último considerar las irradiaciones solares en cubiertas y muros (Ingemecánica, 2017, p.5).

**Tabla 3.1** Temperatura y humedad relativa del aire interior de un recinto

Epocas del año	°C Temperatura	% de humedad relativa
Invierno	21.....23	40.....50
Verano	23.....25	45.....60

Fuente: (Ingemecánica, 2017, pág.5)

### 3.4.1 Calor sensible y calor latente.

Se llama **calor sensible** a una sustancia que al ser calentada genera un aumento en su temperatura considerablemente, de igual manera, si a una sustancia se le extrae el calor y la temperatura decae, ese calor extraído es el calor sensible (Gerfri, 2015, p.1).

Se llama **calor latente** al que se necesita para convertirse de estado, es decir, si es sólido se convierte en líquido, si es líquido se convierte en gas. Es así, que si mediante el calor se efectiviza un cambio de su estado sin que se genere una alteración en su temperatura será llamado calor latente (Gerfri, 2015, p.1).

**Tabla 3.2** Calor sensible y latente emitido por las personas

Labores Realizadas	28 °C		27 °C		26°C		24° C	
	S	L	S	L	S	L	S	L
<b>Operación en taller.</b>	50	140	55	135	60	130	75	115

Fuente: (Ingemecánica, 2017, pág.5)

### 3.5 Utilización de Sistema de Extractor Eólico.

El extractor eólico utiliza la energía generada por el viento, debido a que los flujos de aire más calientes siempre se encontrarán en los sitios más altos de una edificación o estructura, donde la colocación del extractor eólico se la realizará en la cubierta del lugar, para así, poder obtener un máximo provecho del viento al momento de la evacuación pertinente (Mardones, 2013, p.1).

El extractor eólico, soluciona los problemas de humedad, de emanación de olores, gases tóxicos, y de elevadas temperaturas en espacios o lugares, ya sean de carácter industrial, hasta el confort de un hogar (Mardones, 2013, p.1).

A través del viento, la energía eólica será la encargada de aspirar el aire caliente del interior por medio de aspas que forman parte del diseño del extractor eólico como se aprecia en la figura 21. En caso de que existiera una carencia de viento en el recinto, el aire fresco que se encuentra en la zona baja, provocará recirculación con el aire caliente, ocasionando la absorción y expulsión al de todo tipo de gases inadecuados existente en el

interior (Mardones, 2013, p.1).

Los ventiladores eólicos mantienen el espacio libre de gases tóxicos, obteniendo una renovación constante del lugar o local, además de conseguir la temperatura adecuada y evitar cualquier tipo de polvillo producida por cualquier máquina (Arquigrafiko, 2016).



**Figura 3.5** Extractor eólico  
(Mardones, 2013, pág.1)

En la figura 22, se observa que el extractor eólico funciona en algunas ocasiones por una depresión del aire- viento que se produce entre los distintos lados de un área específica que se encuentra de manera vertical en relación al viento, lo más idóneo es beneficiarse de las velocidades generadas por el viento para hacer girar las aspas del extractor succionando a la parte interior, obteniendo así una similitud en cuanto al sistema de un ventilador (SUMYTECK, 2011, p.2).



**Figura 3.6** Función de un extractor eólico  
(SUMYTECK, 2011, pág.2)

Los extractores eólicos son elaborados en fibra de vidrio, acero galvanizado inoxidable y aluminio (SUMYTECK, 2011, p.2).

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 Análisis del espacio del laboratorio de la Carrera.

El espacio del laboratorio de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, evidencia un déficit en cuanto a evacuación de gases, debido a la carencia de un sistema de ventilación que desfavorece notablemente la calidad y confort de los docentes y estudiantes en sus horas de prácticas, afectando de manera directa en los siguientes aspectos:

- Deterioro en máquinas y motores MEC y MEP.
- Trabajo en ambiente caliente que desfavorece el confort de los ocupantes del taller.
- Escasa evacuación de los gases nocivos internos del taller.

#### 4.1.1 Valoración inicial para el caso de estudio.

Por tal razón, es que se debe discutir una valoración inicial para el caso de estudio.

**Tabla 4.1** Valoración inicial del laboratorio de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

Establecimiento	Sistemas a considerar	Condición del taller	Propiedades del taller
Taller de Ing. Mantenimiento Automotriz UTN	Sistema de ventilación forzada.	Déficit de evacuación de gases del interior del taller.	Taller con una dimensión de 25,60m de largo, 13,60m de ancho y 4,95m de altura.
Taller de Ing. Mantenimiento Automotriz UTN	Maquinarias y motores	Desgaste debido a temperaturas elevadas dentro del taller.	Motores MEC y MEP, compresores de aire, autos y maquinaria utilizados para realizar prácticas de los estudiantes de la carrera.



**Figura 4.1** Taller carrera Ingeniería en Mantenimiento Automotriz



**Figura 4.2** Equipos y motores MEC y MEP



**Figura 4.3** Maquinaria existente

#### **4.2 Análisis de medición de gases de escape en motores MEP.**

Para ejecutar una adecuada medición de los gases emitidos por los motores, se debe efectuar una variedad de procedimientos que conlleven a obtener una práctica adecuada. Por tal motivo se deben seguir los pasos indicados para evitar averías y daños costosos en el analizador de gases.

Se debe realizar un examen visual del estado del motor en base a los niveles de aceite que presentan, si su nivel de agua es normal, si sus actuadores y sensores están correctamente acoplados y envían y reciben la señal correcta, si todos los elementos que tiene el motor están completos, si sus sistemas eléctricos se encuentran en perfecto estado y sin fallas, verificar si existen fugas en las cañerías de refrigerante y aceite tal y como se puede apreciar en la figura 26.



**Figura 4.4** Banco de pruebas Motor a Gasolina

#### **4.2.1 Conexión del analizador de gases y cuentarrevoluciones en motores MEP.**

Para un óptimo desempeño de los equipos de medición de gases se conecta en primera instancia el analizador Brain Bee a un tomacorriente de 110 V como se aprecia en la figura 27, por consiguiente se conecta la sonda y se revisa dispositivos y filtros, finalmente se conecta con el dispositivo al computador por medio de cable de datos (Autoequip Australia, 2016, p.1).

Por otra parte se conecta el cable del sensor de temperatura, el cable de la batería, y el cable del sensor de golpeteo del motor al cuentarrevoluciones para obtener una medición exacta en las lecturas a tomar como se expresa en la figura 28. (DonCar, 2018, p.1).



**Figura 4.5** Conexión del analizador de gases AGS-688Brain Bee



**Figura 4.6** Dispositivo Cuenta-revoluciones MGT-300 Brain Bee

#### **4.2.3 Pre calentamiento del analizador de gases y motor.**

Encender el motor y dejar encendido (ralentí) esperando alcanzar los 80°C, estos registros serán tomados por el cuentarrevoluciones inmediatamente. Por consiguiente se encenderá el analizador de gases y se debe esperar 5 minutos aproximadamente para conseguir una correcta funcionalidad (Nictes Automotive Team, 2011, p.1).

### **4.3 Datos de gases en marcha mínima y máxima en motores MEP.**

Se debe desarrollar unas tres aceleraciones a máximo régimen de aceleración del motor, con la finalidad de desinfectar el tubo de escape, esto a fin de obtener datos exactos, de igual manera, el rango de aceleración debe ser de 500 a 1200 rpm; El software del analizador ayudará a realizar la medición, ingresando la sonda al tubo de escape del motor durante un aproximado de 30 segundos que durará obtener los valores de los gases contaminantes. De igual manera el analizador pedirá una aceleración en rangos de 2500 y 2600 rpm en un tiempo de 30 segundos para obtener el rango de velocidad en altas rpm (Redacción el Tiempo, 2009, p.2).

Una vez finalizada la prueba de análisis de emisiones de gases, se deberá guardar todos los cálculos obtenidos y se deberá retirar la sonda del escape del motor, a fin de evitar una saturación de (*HC*) hidrocarburos en el interior del analizador de gases (Redacción el Tiempo, 2009, p.2).

#### **4.3.1 Motores MEP existentes en el taller de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz**

Actualmente existen 7 motores MEP (motores de encendido provocado o ciclo Otto) en las instalaciones del taller de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz anexo al Colegio Universitario UTN, donde existen 2 motores que se encuentra con averías por lo que no serán considerados para realizar las respectivas mediciones de emisiones contaminantes; los 5 motores consiguientes no son nuevos, pero se encuentran en perfecto estado para el desarrollo de prácticas pre-profesionales ejecutadas por estudiantes y docentes. Los Motores estacionarios a gasolina existentes son:

Motor vehículo Chevrolet Corsa Evolution año 2004

Motor vehículo Chevrolet Corsa Wind año 1997

Motor vehículo Chevrolet Spark año 2005

Motor vehículo Honda Civic año 1999

Motor vehículo Chevrolet Corsa Wind año 1999

**Tabla 4.2** Valoración Motor Chevrolet Corsa Evolution año 2004

<b>Motor de vehículo Chevrolet Corsa Evolution año 2004</b>							
<b>Marcha mínima Chevrolet Corsa Evolution</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	0.64	(%Vol.) CO2	12.9	(%Vol.) O2	4.29	(%ppm.) HC	79
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>LAMBDA λ</i>			
80°C		1110		1.196			
<b>Marcha en aceleración Chevrolet Corsa Evolution</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	0.78	(%Vol.) CO2	13.24	(%Vol.) O2	1.67	(%ppm.) HC	84
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>LAMBDA λ</i>			
80°C		2444		1.057			

**Tabla 4.3** Valoración Motor Chevrolet Corsa Wind año 1997

<b>Motor de vehículo Chevrolet Corsa Wind año 1997</b>							
<b>Marcha mínima Chevrolet Corsa Wind</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	4.54	(%Vol.) CO2	6.9	(%Vol.) O2	8.68	(%ppm.) HC	23.55
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>LAMBDA λ</i>			
81°C		950		2.273			
<b>Marcha en aceleración Chevrolet Corsa Wind</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	9.40	(%Vol.) CO2	5.6	(%Vol.) O2	5.08	(%ppm.) HC	46.99
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>LAMBDA λ</i>			
85°C		2466		0.777			

**Tabla 4.4** Valoración Motor Chevrolet Spark año 2005

<b>Motor de vehículo Chevrolet Spark año 2005</b>							
<b>Marcha mínima Chevrolet Spark</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	0.06	(%Vol.) CO2	14.6	(%Vol.) O2	3.88	(%ppm.) HC	77
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>LAMBDA λ</i>			
82°C		799		1.184			
<b>Marcha en aceleración Chevrolet Spark</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	0.01	(%Vol.) CO2	15.5	(%Vol.) O2	1.77	(%ppm.) HC	22
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>LAMBDA λ</i>			
82°C		2499		1.088			

**Tabla 4.5** Valoración Motor Honda Civic año 1999

<b>Motor de vehículo Honda Civic año 1999</b>							
<b>Marcha mínima Honda Civic</b>							
<i>Gases de escape</i>							
%CO	0.56	% CO2	9.20	% O2	10.5	%HC	12.88
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>LAMBDA λ</i>			
80°C		850		1.628			
<b>Marcha en aceleración Honda Civic</b>							
<i>Gases de escape</i>							
%CO	0.90	% CO2	11.32	% O2	7.90	%HC	12.26
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>LAMBDA λ</i>			
80°C		2480		1.338			

**Tabla 4.6** Valoración Motor Chevrolet Corsa Wind año 1999

<b>Motor de vehículo Chevrolet Corsa Wind año 1999</b>							
<b>Marcha mínima Chevrolet Corsa Wind</b>							
<i>Gases de escape</i>							
%CO	3.96	% CO2	11.5	% O2	5.16	%HC	16.37
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>LAMBDA λ</i>			
83°C		798		1.166			
<b>Marcha en aceleración Chevrolet Corsa Wind</b>							
<i>Gases de escape</i>							
%CO	6.77	% CO2	10.8	% O2	8.07	%HC	11.20
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>LAMBDA λ</i>			
87°C		2555		0.838			

#### 4.3.2 Medición de gases de escape en motores MEC.

En los motores MEC, debido a la condensación y concentración de hidrocarburos más pesados que presentan en relación al tipo de comburente, se los deberá realizar con más frecuencia; además de poseer emisiones de partículas, por lo que, para su medición se realizará de manera minuciosa, siendo retenidas en un papel de filtro especial, para que, cuando se genere una onda de contrapresión no altere la funcionalidad del motor y sus emisiones (Scribd Inc, 2018, p.239).

Por esta razón, se debe realizar un examen visual del estado del motor en base a los niveles de aceite que presentan, si su nivel de refrigerante es normal, si sus actuadores y sensores están correctamente acoplados si envían y reciben la señal correcta, si todos los elementos que tiene el motor están completos, si su sistema eléctrico se encuentra en perfecto estado y sin fallas, además verificar si existen fugas en las cañerías de agua y aceite como se aprecia en la figura 29 (Scribd Inc, 2018, p.239).



**Figura 4.7** Banco de pruebas Moto Diésel

### **4.3.3 Conexión del opacómetro y cuentarrevoluciones en motores MEC.**

El opacómetro OPA-100 de Brain Bee, el cual se aprecia en la figura 30, posee un software de excelente resolución para adaptarse a una PC, integrando las gráficas de opacidad frente a las revoluciones por minuto y temperatura, así como, pruebas de valor pico de opacidad. La conexión del opacómetro con la computadora posee dos opciones de adaptabilidad, la primera a través de cable USB (incorporado al OPA-100), y la segunda, por medio de bluetooth (opcional) con una señal promedio de 100 metros de alcance, esta última opción utilizada mayormente en centros técnicos de revisión vehicular (TAAELECTRONICS, 2018, p.2).

Una característica exclusiva que brinda el opacómetro Brain Bee en su radioreceptor, es la de poseer conexión inalámbrica en adaptabilidad con el cuentarrevoluciones MGT-300 Brain Bee como se muestra en la figura 30, el cual brindará lecturas de las revoluciones por minuto y temperatura del motor, aunque, si se desea obtener datos del valor de las revoluciones por minuto del motor, se los obtendrá

conectando pinzas inductivas a la batería del motor (TAAETELECTRONICS, 2018, p.2).



**Figura 4.8** Conexión opacímetro y cuenta revoluciones

#### **4.3.4 Pre calentamiento del motor y opacímetro en motores MEC.**

Se debe prender el motor y se lo debe dejar encendido (ralentí) esperando alcanzar los  $75^{\circ}\text{C}$ , estos registros serán tomados por el cuentarrevoluciones inmediatamente. Se deberá prender el opacímetro, y esperar 5 minutos aproximadamente para poder conseguir una correcta funcionalidad (TAAETELECTRONICS, 2018, p.2).

#### **4.3.5 Obtención de datos de gases en marcha mínima en motores MEC.**

Se deberá efectuar tres aceleraciones a un régimen máximo de aceleración del motor, con el objetivo de desinfectar el tubo de escape, esto a fin de obtener datos exactos, de igual manera, el rango de aceleración debe ser de 720 a 1200 rpm. Acatados todos estos parámetros, el software del analizador autorizará efectuar la respectiva medición, ubicando la sonda en el tubo de escape del motor y midiendo la opacidad que presenta en ralentí. Seguido de la prueba en marcha mínima, el analizador pide una aceleración en rangos de 2400 y 3500 rpm de manera progresiva hasta conseguir su marcha máxima. Una vez finalizada la prueba de análisis de emisiones de gases, se deberá guardar todos los cálculos obtenidos, y se deberá instalar el cuentarrevoluciones en la batería del motor,

a fin de obtener mediciones exactas del régimen del motor así como de su temperatura, como se muestra en la figura 31 (TAAETELECTRONICS, 2018, p.2).



**Figura 4.9** Medición de gases del motor con opacímetro

#### **4.4 Motores MEC existentes en el taller de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.**

Actualmente existen 8 motores MEC en las instalaciones del taller de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz anexo al Colegio Universitario UTN, donde existen 3 motores que se encuentra con averías, por lo que no serán considerados para realizar las respectivas mediciones de emisiones contaminantes; los 6 motores consiguientes no son nuevos, pero se encuentran en perfectas condiciones para el desarrollo de prácticas pre-profesionales ejecutadas por estudiantes y docentes.

Los motores estacionarios a Diésel existentes son:

- Motor Isuzu NHR año 2007
- Motor Mazda BT50 año 2008
- Motor Isuzu año 1987
- Motor Isuzu 4DB1 1992
- Motor Kia diésel año 1992
- Motor Nissan diésel 1991

**Tabla 4.7** Datos de opacidad y emisiones de gases en un Motor Isuzu NHR año 2007

<b>Motor del vehículo Isuzu NHR año 2007</b>							
<b>Marcha mínima del motor Isuzu NHR año 2007</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	2.8	(%Vol.) CO <sub>2</sub>	3.3	(ppm) NO <sub>x</sub>	100	(ppm) HC	111
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>% Opacidad</i>			
82°C		765		13.8			
<b>Marcha en aceleración del motor Isuzu NHR año 2007</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	3.1	(%Vol.) CO <sub>2</sub>	3.9	(ppm) NO <sub>x</sub>	101	(ppm) HC	90
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>% Opacidad</i>			
82°C		2302		18.8			

**Tabla 4.8** Datos de opacidad y emisiones de gases en un Motor Mazda BT50 año 2008

<b>Motor del vehículo Mazda BT50 año 2008</b>							
<b>Marcha mínima del motor Mazda BT50 año 2008</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	3.2	(%Vol.) CO <sub>2</sub>	3.7	(ppm) NO <sub>x</sub>	99	(ppm) HC	90
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>% Opacidad</i>			
80°C		722		55.4			
<b>Marcha en aceleración del motor Mazda BT50 año 2008</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	3.9	(%Vol.) CO <sub>2</sub>	4.1	(ppm) NO <sub>x</sub>	110	(ppm) HC	98
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>% Opacidad</i>			
80°C		3388		2.7			

**Tabla 4.9** Datos de opacidad y emisiones de gases en un Motor Isuzu año 1987

<b>Motor del vehículo Isuzu año 1987</b>							
<b>Marcha mínima del motor Isuzu año 1987</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	6,3	(%Vol.) CO <sub>2</sub>	5.7	(ppm) NO <sub>x</sub>	288	(ppm) HC	201
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>% Opacidad</i>			
81°C		888		98.8			
<b>Marcha en aceleración del motor Isuzu año 1987</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	7.5	(%Vol.) CO <sub>2</sub>	6.2	(ppm) NO <sub>x</sub>	347	(ppm) HC	266
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>% Opacidad</i>			
81°C		2330		98.8			

**Tabla 4.10** Datos de opacidad y emisiones de gases en un Motor Isuzu 4DB1 año 1992

<b>Motor del vehículo Isuzu 4DB1 año 1992</b>							
<b>Marcha mínima del motor Isuzu 4DB1 año 1992</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	5.9	(%Vol.) CO <sub>2</sub>	6.1	(ppm) NO <sub>x</sub>	250	(ppm) HC	188
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>% Opacidad</i>			
80°C		722		68.6			
<b>Marcha en aceleración del motor Isuzu 4DB1 año 1992</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	7.1	(%Vol.) CO <sub>2</sub>	5.8	(ppm) NO <sub>x</sub>	301	(ppm) HC	210
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>% Opacidad</i>			
80°C		3455		73.3			

**Tabla 4.11** Datos de opacidad y emisiones de gases en un Motor KIA diésel año 1992

<b>Motor del vehículo KIA diésel año 1992</b>							
<b>Marcha mínima del motor KIA diésel año 1992</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	5.9	(%Vol.) CO <sub>2</sub>	4,6	(ppm) NO <sub>x</sub>	220	(ppm) HC	180
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>% Opacidad</i>			
82°C		722		80.8			
<b>Marcha en aceleración del motor KIA diésel año 1992</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	6.12	(%Vol.) CO <sub>2</sub>	6.3	(ppm) NO <sub>x</sub>	298	(ppm) HC	165
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>% Opacidad</i>			
82°C		3456		78.3			

**Tabla 4.12** Datos de opacidad y emisiones de gases en un Motor Nissan diésel año 1991

<b>Motor del vehículo Nissan diésel año 1991</b>							
<b>Marcha mínima del motor Nissan diésel año 1991</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	4.64	(%Vol.) CO <sub>2</sub>	3,9	(ppm) NO <sub>x</sub>	180	(ppm) HC	110
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>% Opacidad</i>			
80°C		722		55.3			
<b>Marcha en aceleración del motor Nissan diésel año 1991</b>							
<i>Gases de escape</i>							
(%Vol.) CO	6.40	(%Vol.) CO <sub>2</sub>	4.8	(ppm) NO <sub>x</sub>	220	(ppm) HC	140
<i>Temperatura</i>		<i>RPM</i>		<i>% Opacidad</i>			
80°C		3405		72.6			

#### 4.5 Medición de la velocidad del Aire versus temperatura actual del taller de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

Para obtener las mediciones y cálculos de la temperatura y viento en el taller de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, se emplea el anemómetro digital GM-8908, el cual es una herramienta que presenta características de alta precisión en el sensor de presión, además de poseer respuesta rápida en sus mediciones de los rangos de velocidad del viento y temperatura; de igual manera brinda una pantalla LCD con iluminación y de fácil lectura con una carga por medio de una pila de 3V. Posteriormente se realizará la correspondiente medición en tres horarios específicos del día, para obtener resultados claros que variarán de acuerdo con la hora del día (Pérez Noelia, 2018).

**Tabla 4.13** Evaluación de la velocidad del aire y temperatura del taller en estudio sin sistema de ventilación eólica

<b>Hora</b>	<b>Medidas altura del taller (m)</b>	<b>Velocidad del aire (km/h)</b>	<b>Temperatura del taller (°C)</b>
9:00 am	Piso interior	0km/h	25,6°C
9:05 am	Cubierta interior	0km/h	24,2°C
9:10 am	Piso exterior	18km/h	24,2°C
12:30 pm	Piso interior	0km/h	26,4°C
12:35 pm	Cubierta interior	0km/h	27,2°C
12:40 pm	Piso exterior	19,4km/h	26,9°C
5:30 pm	Piso interior	0km/h	25,6°C
5:35 pm	Cubierta interior	0km/h	26,5°C
5:40 pm	Piso exterior	21,2km/h	24,8°C



**Figura 4.10** Medición de la temperatura



**Figura 4.11** Evaluación de la velocidad del aire y temperatura del taller  
(Pérez Noelia , 2018)

#### 4.6 Cálculo del volumen del taller en estudio.

Para conseguir el volumen del taller de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, se toman las medidas de sus lados y altura, para poder obtener el volumen, dato que ayudará a conseguir la cantidad y dimensión de los extractores eólicos que se deben implementar, para satisfacer el confort y ambiente laboral en el interior del taller de la carrera.

**Tabla 4.14** Dimensiones del taller de la carrera en Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

*Medidas del Taller de la Carrera*

<i>Datos</i>	Magnitud (m)	Simbología
<i>Atura</i>	4,95 m	H
<i>Ancho</i>	13,60 m	A
<i>Largo</i>	25,60 m	L

$$V = h \cdot a \cdot l \quad ec.[1.1]$$

$$V = 4,95m \cdot 13,60m \cdot 25,60m$$

$$V = 1723,39m^3$$

##### 4.6.1 Cálculo de volumen de aire a renovar.

**Tabla 4.15** Normas DIN 1946 y sus rangos de renovación de aire

<b>Modelo del local.</b>	<b>Nº. De renovaciones de aire por hora.</b>
Industrias en general.	5-12
Industrias de emanaciones toxicas.	10-30
Talleres automotrices.	6-15
Industrias de gases presurosos	6-14

**Fuente:** (Ingemeccánica, 2018)

Bajo una estimación aproximada obtenida de las normas DIN 1946, se deduce que en un taller de mecánica automotriz, se requiere un total de 14 renovaciones de aire hora, debido a que el taller a ventilarse, se mantiene en uso constante por estudiantes y docentes que desempeñan sus labores mecánicas (Tabla 17).

Volumen a renovar = a volumen taller en estudio x N° de renovaciones / hora

$$V_r = V \cdot rh \quad \text{ec. [1 . 2]}$$

**Volumen a renovar**

$$V_r = 1723,39 \text{ m}^3 \cdot 14 rh$$

$$V_r = \mathbf{2412,746 \text{ m}^3 / h}$$

#### 4.6.2 Cálculo de la cantidad de extractores a utilizar.

**Tabla 4.16** Tamaño y Caudal de evacuación de un extractor eólico

Tamaño extractor eólico en pulgadas.	Caudal de evacuación m <sup>3</sup> /h.
14"	1600
16"	2000
20"	2600
24"	4000

**Fuente:** (Ventilación A., 2017, p.2)

Para obtener una óptima evacuación de gases en el taller de la Carrera de Ingeniería en mantenimiento automotriz, se ha determinado utilizar extractores eólicos de 24" pulgadas de base, el cual brinda un caudal de extracción de aire de 4000 m<sup>3</sup>/h (Ventilación A., 2017, p.2).

N° de extractores = volumen a renovarse / capacidad de extracción de un extractor eólico.

$$N^{\circ} \text{ extractores} = \frac{2412,746 \text{ m}^3 / h}{4000 \text{ m}^3 / h} \quad \text{ec. [1. 3]}$$

$$N^{\circ} \text{ extractores} = 6$$

La cantidad requerida de extractores eólicos según estudios técnicos ejecutados es de 6 unidades, donde se deberá implementar 6 extractores eólicos de 24" pulgadas de base, en la cubierta del taller de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

#### **4.7 Discusión sobre las ventajas de la utilización de extractores eólicos.**

La funcionalidad o desempeño que brindará este sistema, será la de aprovechar la energía eólica, al igual que las diferentes temperaturas que se generan en el interior y exterior de un espacio, el extractor al momento de girar produce una decaída de presión en el interior produciendo una aspiración del aire caliente al exterior. Además para mejorar la extracción del aire caliente, se puede aprovechar los flujos de aire a través de ventanas, o de igual manera pueden trabajar en espacios cerrados sin ningún problema (SUMYTECK, 2011, p.2).

El extractor eólico extrae olores, regula temperaturas y humedad de un lugar, sin la exigencia de realizar mantenimientos frecuentemente y gastos elevados. Sus ventajas y beneficios más relevantes son:

- Mantiene su trabajo las 24 horas del día.
- No necesita combustible para su funcionamiento.
- No genera ruido.
- De fácil instalación.
- Su mantenimiento no se lo realiza de manera frecuente.
- Fabricado de materiales como el acero galvanizado y aluminio.
- Funciona interrumidamente debido a la energía aprovechada del viento.
- Es un sistema de uso 100% ecológico.
- Contribuye a la renovación del aire y efectiviza una reducción en cuanto a su carga térmica.
- Evacua y elimina gases y olores aglomerados en el interior del lugar.
- Aporta un mayor confort en cuanto a su ambiente por lo que se obtiene una mayor eficiencia en su rendimiento operacional.
- Conserva de manera eficiente los componentes estructurales de la construcción.
- Son 100% ecológicos, no generan ruidos y no operan bajo el consumo de energía eléctrica.
- Ayudan a conservar la salud laboral de quienes operan en la zona de influencia.
- Regula la temperatura del lugar.

- Son sistemas que operan a un bajo precio de mantenimiento.
- Benefician a los equipos e instalaciones del lugar.
- Son los encargados de renovar de manera constante el aire del interior del recinto (Marimar, 2017, p.4).

#### 4.7.1 Ventajas del extractor eólico frente al eléctrico.

Para una instalación óptima de un sistema de extracción eólica en un recinto, el viento debe estar en la cantidad más idónea para su funcionamiento, por lo que para certificar si es apropiado o no, se debe tener una referencia general del lugar a implementar el sistema de extracción eólica; considerar las velocidades del viento y obtener datos de la temperatura. La comparación entre el extractor eólico y el eléctrico se resume a continuación apreciada en la tabla 19 (Marimar, 2017, p.4).

**Tabla 4.17** Ventajas de un extractor eólico frente a un eléctrico

<b>Extractor eólico</b>	<b>Extractor eléctrico</b>
No requiere de energía eléctrica.	Requiere alto consumo de energía eléctrica.
No necesita de mantenimiento constante.	Necesita mantenimiento de manera más constante.
No ocasiona ruido alguno.	Ocasiona contaminación sonora.
Opera las 24 horas del día.	Opera solo cuando se lo enciende.

**Fuente:** (Canarias, 2013, p.1)

#### 4.7.2 Materiales, adaptación y mantenimiento del extractor eólico.

Para lograr una correcta adaptación del extractor eólico en la cubierta se necesitan las siguientes piezas: Disco de sujeción, eje de rotación, rodamientos, porta rodamientos y brazos de sujeción.

Para obtener una perfecta adaptación de los extractores eólicos se procederá a fijar la base con el extractor por medio de pernos auto perforantes de una pulgada, se realizará una hendidura en el techo de la cubierta de 24 pulgadas de diámetro, se fijará la base del extractor a la cubierta con pernos auto perforantes de una pulgada, a continuación se calienta anticipadamente 8 pedazos de chova con medidas de 20 cm x 1 m. Una vez fijado todo se aplicará silicona alrededor de las uniones correspondientes, esto para impedir que

se filtre el agua en temporadas lluviosas (Mardones, 2013, p.1).

Para obtener un mejor rendimiento de los extractores eólicos es necesario llevar un plan de mantenimiento, donde se deben considerar los siguientes aspectos:

Limpiar al contorno del extractor eólico para evitar cualquier basura o pequeños inconvenientes a su funcionamiento, el cual se lo deberá realizar a los 6 meses de su adaptación (Mardones, 2013, p.1).

Se debe lubricar, o de ser necesario realizar el cambio de rodamientos a los 3 años de su adaptación (Mardones, 2013, p.1).

Verificar los daños en los remaches y los pernos de sujeción, con la finalidad de evitar solturas en el soporte de la base del extractor con la cubierta, realizarlo 3 meses después de su adaptación (Mardones, 2013, p.1).

Verificar que el material aislante e impermeabilizante aplicado alrededor de los extractores eólicos esté sellado adecuadamente, con el fin de evitar filtraciones de agua a la parte interior del taller, esto se lo deberá realizar en un lapso de 6 meses de su adaptación (Mardones, 2013, p.1). Realizar una revisión general del extractor eólico en cuanto a su estado de trabajo, esto se lo debe realizar en un lapso de 6 años de su adaptación (Mardones, 2013, p.1).

#### 4.7.3 Velocidad del aire y temperatura del taller con extractores eólicos.

**Tabla 4.18** Evaluación de la velocidad del aire y temperatura del taller con sistema de ventilación

Hora	Medidas altura taller (m)	Velocidad del aire (km/h)	Temperatura del taller (°C)
9:00 am	Piso interior	0km/h	20,2°C
9:05 am	Cubierta interior	0km/h	19,3°C
9:10 am	Piso exterior	17,6km/h	22,5°C
12:30 pm	Piso interior	0km/h	21,7°C
12:35 pm	Cubierta interior	0km/h	19,4°C
12:40 pm	Piso exterior	18,7km/h	23,9°C
5:30 pm	Piso interior	0km/h	21,6°C
5:35 pm	Cubierta interior	0km/h	19,1°C
5:40 pm	Piso exterior	23,4km/h	22,6°C

#### 4.8 Análisis de resultados.

Una vez implementado el sistema de ventilación eólica en el taller de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, se deberá tomar las medidas de la temperatura, y considerar los beneficios que aportarán al estudiantado y docentes en su confort laboral, además de beneficiar y alargar la vida útil de la maquinaria y equipos existentes en el taller.

De esta manera, se evidenció que en el interior del taller en estudio, una disminución de 6,12°C de temperatura en comparación a la cubierta sin ventilación eólica como se aprecia en la tabla 21.

**Tabla 4.19** Tabla de comparación de resultados

Grados de temperatura del Ambiente	Sin sistema de ventilación eólica	Con sistema de ventilación eólica	Diferenciación de Temperaturas
23,6°C	25,6°C	20,2°C	5,8°C
24,9°C	24,2°C	19,3°C	5,5°C
26,7°C	26,4°C	21,7°C	5,11°C
26,4°C	27,2°C	19,4°C	8,6°C
24,8°C	25,6°C	21,6°C	4,12°C
27,3°C	26,5°C	19,1°C	7,6°C

El funcionamiento de los extractores eólicos instalados en la cubierta del taller en estudio es correcto, además de no necesitar ninguna fuente de energía para su funcionamiento. Los sistemas de ventilación eólica a su vez, aportan gastos mínimos para su mantenimiento, tal es así, que su vida útil en promedio es de 40 años en lo que respecta a sus materiales de fabricación y 6 años aproximadamente en sus piezas de rodamientos y porta rodamientos (Mardones, 2013).

La temperatura del taller en estudio tiene un promedio de 25°C sin extractores eólicos y un promedio de 20,21°C con extractores eólicos.

$$\frac{(\text{promedio actual} - \text{promedio anterior})100}{\text{promedio actual}} = \% \text{ de mejora} \quad \text{ec. [1.4]}$$

$$\frac{(25,9 - 20,21) \times 100}{25,9} = 2$$

## CAPÍTULO V

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones.

Mediante la investigación de varios parámetros ambientales, se plantean algunas normas de seguridad industrial y ocupacional del Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, alineadas con los requerimientos para el control ambiental en interiores, para los talleres de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

A partir del estudio realizado y el análisis de los parámetros de control ambiental, se plantea que el sistema de ventilación más adecuado a implementar en los talleres para la evacuación de gases contaminantes, son los sistemas de extracción eólica, que brindarán una óptima renovación y evacuación de aire, mejorando el ambiente laboral, beneficiando el confort y seguridad ocupacional en interior del taller.

Se evidenció que en el interior del taller en estudio hubo una disminución de  $6,12^{\circ}\text{C}$  de temperatura implementado los extractores eólicos, obteniéndose una notable mejora del 22% en comparación a la temperatura existente sin extractores eólicos.

Mediante el presente estudio, se determina que el cálculo de la carga térmica de un recinto, es la herramienta matemática que brinda una mejor aproximación para determinar la cantidad de calor precisa generada en el taller, y de ésta manera se establecen las variaciones constantes de incremento de calor ambiental debido a las acciones de operación de la maquinaria, y a la vez de la interacción humana.

La cantidad y tamaño exacto de extractores eólicos a implementar, se determinaron a partir de los datos obtenidos del volumen del taller en estudio de  $1723,39\text{ m}^3$ , por el número de renovaciones sugerida de 14 ren/h, de ésta manera, se obtuvo el volumen de aire a renovar de  $2412,746\text{m}^3/\text{h}$ , así se determinó que se necesitan 6 extractores eólicos de 24 pulgadas.

### **5.1 Recomendaciones.**

Se recomienda acatar y tomar en consideración el uso adecuado de vestimenta de trabajo industrial (calzado industrial, guantes industriales, mascarillas 3M, gafas de seguridad, overol o mandil) en estudiantes y docentes quienes desarrollan sus prácticas pre profesionales en el interior de taller de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

Tomar en cuenta que la temperatura y velocidad del aire es la parte fundamental para el funcionamiento de los sistemas de ventilación eólica, por lo que se deberá realizar mediciones en un lapso de 3 años para corroborar dicha información.

Se aconseja revisar periódicamente el estado de los equipos eléctricos, motores, y maquinaria existentes una vez finalizada la práctica, con el objetivo de evitar fugas contaminantes y desprendimientos de calor innecesarios de los mismos, previniendo así, que se genere un incremento de humedad y temperatura en el aire del interior del taller.

En cuanto al mantenimiento de los extractores eólicos se recomienda realizarlo cada 3 años aproximadamente, revisando y teniendo muy en cuenta las piezas que están expuestas a mayor desgaste como son los rodamientos y porta rodamientos.

## Bibliografía

1. Abapeisa, (2014). *Recuperado de <http://abapeisa.com>*  
*URL:<http://abapeisa.com/nuevos-modelos-telematicos-de-solicitud-correspondientes-diversos-procedimientos-administrativos-sobre-gases-de-efecto-invernadero-g-e-en-la-comunidad-de-madrid/>*
2. Alimarket, (2012). *Recuperado de [www.alimarket.es](http://www.alimarket.es)*  
*URL:<http://www.alimarket.es/noticia/87232/Nueva-gama-Velux-para-cubierta-plana-mas-segura-y-eficiente>*
3. Aliter soluciones energéticas, (2017). *Recuperado de [alitersoluciones.es](http://alitersoluciones.es)*  
*URL:<http://www.alitersoluciones.es/sistemas-de-ventilacion-industrial/>*
4. Andrea, (2012). *Recuperado de [casasrestauradas.com](http://casasrestauradas.com)*  
*URL:<http://www.casasrestauradas.com/la-ventilacion-por-que-es-importante-ventilar/>*
5. Arquigrafiko, (2016). *Recuperado de [arquigrafico.com](http://arquigrafico.com)*  
*URL:<https://arquigrafico.com/ventilacion-eolica-refrescar-un-espacio-sin-energia-electrica/>*
6. Continental Fan Manufacturing, (2018). *Archiexpo*  
*URL:<http://www.archiexpo.es/prod/continental-fan-manufacturing-inc/product-10072-1264971.html>*
7. Cortés D., (2014). *Recuperado de [slideshare](https://es.slideshare.net/DanielCortsBlasco)*  
*URL:<https://es.slideshare.net/DanielCortsBlasco/ventilacion-tctica-35960165>*

8. Del Toro, (2014). “Ventilacion natural y arquitectura”. <http://blog.deltoroantunez.com/2014/07/ventilacion-natural-y-arquitectura.html>
9. Díaz, (2011). *Recuperado de abc.com.py*  
*URL:*<http://www.abc.com.py/articulos/el-aire-que-respiramos-212264.html>
10. DIPROQUIM, (2015). *Recuperado de diproquim.net*  
*URL:*<http://diproquim.net/equipo-de-seguridad-industrial/>
11. mdgaeetsaun, (2017). “Estrategias de ventilacion natural en climas húmedos”  
*URL:*<https://mdgaeetsaun.com/2017/02/01/estrategias-de-ventilacion-natural-en-climas-humedos/>
12. Globalindustrial, (2018). *Recuperado de globalindustrial.com*  
*URL:*<http://www.globalindustrial.com/p/hvac/fans/blower/s-moke-removal-fan-half-hp-120v-16-inch-dia-explosion-proof-motor>
13. Gramas, (2012). *gramaconsultores*  
*URL:*<https://gramaconsultores.wordpress.com/2012/06/21/sistemas-de-ventilacion-natural/>
14. IMPROFOR, (2018). *Improfor.cl*  
*URL:*<https://www.improfor.cl/producto/501/piton-directo-niebla-scotty-4037>
15. Instituto Ecuatoriano de Normalización, (2012).  
*Recuperado de normalizacion.gob.ec*  
*URL:*<http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/2.a2.4-Reglamento-Interno-de-Seguridad-y-Salud-Ocupacional-del-ENEN.pdf>

16. LinkedIn Corporation, (2009). *Recuperado de es.slideshare.net*  
*URL:https://es.slideshare.net/iessuel/composicin-de-la-atmosfera*
  
17. Mardones, (2013). *Recuperado de eolicosmardones.cl*  
*URL:http://www.eolicosmardones.cl/extrac\_eolicos.php*
  
18. Marimar, (2017). *Recuperado de erenovable.com*  
*URL:https://erenovable.com/aerogeneradores-eolicos/energia-eolica/*
  
19. Martinez M., (2016). *“Importancia del uso de la ventilación industrial”*  
*URL:https://preventiam.com/importancia-del-uso-la-ventilacion-industrial/*
  
20. Mecánica Automotriz, (2018). *“Manual de (MEC)”*.  
*Recuperado de mecanicoautomotriz.org*  
*URL:https://www.mecanicoautomotriz.org/805-manual-motores-encendido-por-compresion*
  
21. Medina, (2013). *Recuperado de es.slideshare.net*  
*URL:https://es.slideshare.net/chavoRed/ventilacin-en-edificios*
  
22. Meganeboy, (2014). *Recuperado de aficionadosalamecanica.net*  
*URL:http://www.aficionadosalamecanica.net/emision-gases-escape.htm*
  
23. Mundo HVACR, (2005). *Recuperado de mundohvacr.com.mx*  
*URL:https://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2009/03/refrigeracion-con-amoniaco/#*

24. Oyervides, (2010). “Seguridad en el area del trabajo”

URL:<http://wwwbloggerkam-mak.blogspot.com/2010/10/seguridad-en-el-area-del-trabajo.html>

25. Pérez, (2010). *Recuperado de es.scribd.com*

URL:<https://es.scribd.com/document/303686080/Requerimientos-de-Flujo-de-Aire-Para-Ventilacion-en-Cuartos-de-Generacion-Cummins>

26. Poveda, (2012). *Recuperado de es.slideshare.net*

URL:<https://es.slideshare.net/paopove/sistemas-de-ventilacion>

27. Rubio, (2018). *Recuperado de http://slideplayer.es*

URL:<http://slideplayer.es/slide/5253219/>

28. Salcedo, (2018). *Recuperado de ahorroenergetico.com*

URL:<http://ahorroenergetico.termigo.com/>

29. Scribd, (2018). *Recuperado de es.scribd.com*

URL:<https://es.scribd.com/doc/15932239/Emisiones-contaminantes>

30. Softronic, (2012). *Recuperado de http://fbelectronica.com*

URL:[http://www.ais3d.com.co/tools/index.php?option=com\\_virtuemart&view=productdetails&virtuemart\\_product\\_id=37&virtuemart\\_category\\_id=13](http://www.ais3d.com.co/tools/index.php?option=com_virtuemart&view=productdetails&virtuemart_product_id=37&virtuemart_category_id=13)

31. Soler & Palau, (2007). “Sistemas de Ventilación”. *Recuperado de solerpalau.it*

URL:[http://www.solerpalau.it/formacion\\_01\\_35\\_print.html](http://www.solerpalau.it/formacion_01_35_print.html)

32. SUMYTECK, (2011). *Recuperado de sumyteck.com*

*URL: <http://www.sumyteck.com/ventilacion-eolica.html>*

33. Vaisala, (2017). *Recuperado de vaisala.com*

*URL: <http://es.vaisala.com/sp/industrialmeasurements/applications/structuralmoisture/Pages/default.aspx>*

34. Victoria, (2013). *“Estrategias de ventilación, natural y cruzada”*.

*URL: <http://vilssa.com/ventilacion-natural-ventilacion-cruzada>*

# **ANEXOS**

**ANEXO 1.**  
**FICHA TÉCNICA EXTRACTOR EÓLICO.**

Se presenta a continuación la ficha técnica de un extractor eólico industrial de aluminio de 24 pulgadas de base que funciona a través de energía eólica y posee un caudal de 4.000 m<sup>3</sup>/h, con una velocidad de giro de 9,01 km/h (Scribd, 2018, p.1).

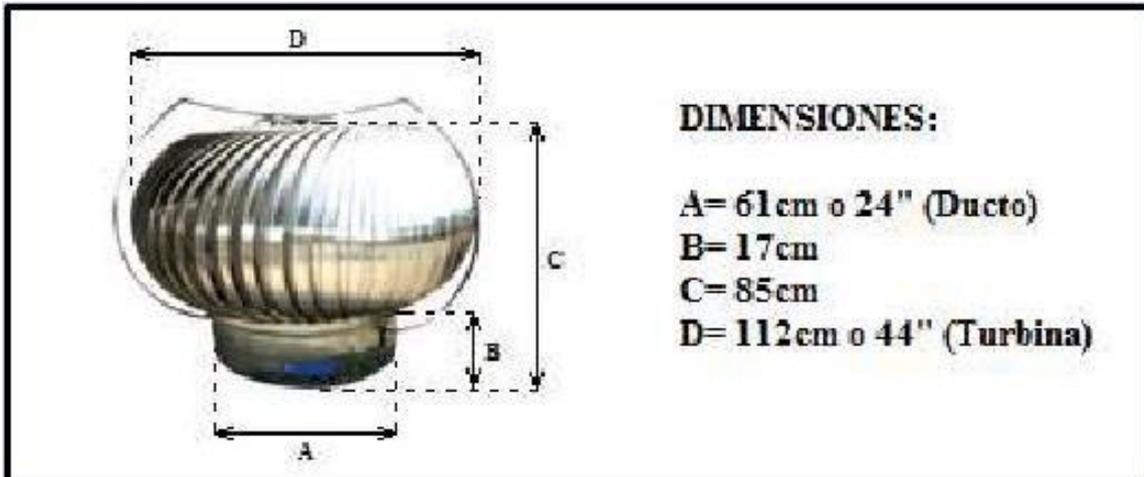


Figura I.1. Ventilador centrífugo extractor.

**DIMENSIONES:**

**A** = Diámetro ducto inferior de absorción.

**B** = Biselado de junta de expansión.

**C** = Altura total extractor eólico.

**D** = Diámetro exterior del extractor eólico.

**ANEXO 3.**  
**CÁLCULOS DEL VOLUMEN DEL TALLER EN ESTUDIO.**

Tabla 16. Dimensiones del taller de la carrera en Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

*Medidas del Taller de la Carrera*

<i>Datos</i>	Magnitud (m)	Simbología
<i>Atura</i>	4,95 m	H
<i>Ancho</i>	13,60 m	A
<i>Largo</i>	25,60 m	L

$$V = h \cdot a \cdot l \quad ec.[1.1]$$

$$V = 4,95m \cdot 13,60m \cdot 25,60m$$

$$V = 1723,39m^3$$

**VOLUMEN DE AIRE A RENOVAR.**

Volumen a renovar = a volumen taller en estudio x N° de renovaciones / hora

$$V_r = V \cdot rh \quad ec.[1.2]$$

Volumen a renovar

$$V_r = 1723,39 m^3 \cdot 14 rh$$

$$V_r = 2412,746 m^3 / h$$

**CANTIDAD DE EXTRACTORES A UTILIZAR.**

N° de extractores = volumen a renovarse / capacidad de extracción de un extractor eólico.

$$N^{\circ} \text{ extractores} = \frac{2412,746 m^3 / h}{4000 m^3 / h} \quad ec. [1.3]$$

$$N^{\circ} \text{ extractores} = 6$$

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

La temperatura del taller en estudio tiene un promedio de 25°C sin extractores eólicos y un promedio de 20,21°C con extractores eólicos.

$$\frac{(\text{promedio actual} - \text{promedio anterior})100}{\text{promedio actual}} = \% \text{ de mejora} \quad \text{ec. [1.4]}$$

$$\frac{(25,9 - 20,21) \times 100}{25,9} = \mathbf{22\%}$$

## ANEXO 2.

### EQUIPOS UTILIZADOS.

El **medidor de gases y analizador Brain Bee** se encarga de medir las partículas emitidas por los gases de escape en motores a gasolina MEP. El analizador dispone de una sonda y un sensor de oxígeno, de igual manera consta de una pantalla *LED* que brinda información real, posee filtros de protección, al igual que entradas para contar revoluciones y cables de datos USB. La función del medidor de gases Brain Bee es la de medir (CO, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, HC) y factor lambda, encargada de determinar si la combinación aire – comburente es pobre o rica. También mide la estanquidad que suele generarse en la culata del motor, controla el flujo mínimo automáticamente, ayuda a determinar la eficacia del catalizador en un sistema de inyección, y ayuda probar la estanqueidad semiautomática a través del cerrado manual de una sonda de extracción (Softronic, 2012, p.1).



Figura II.1. Analizador AGS-688 motores MEP.  
(Autoequip Australia, 2016, p.1)

El **Opacímetro Brain Bee OPA-100** es un dispositivo creado con la finalidad de realizar mediciones en referencia al diagnóstico de emisiones de partículas y gases contaminantes generadas por la combustión de los motores diésel MEC, el opacímetro digital permite medir el valor de opacidad, su temperatura, y absorción de los gases contaminantes de escape, posee cable de datos USB además de obtener las mediciones de temperatura y RPM de los motores. Para obtener un óptimo desempeño del instrumento hay que precalentar unos 5 minutos, después se adapta el cuentarrevoluciones a la batería del motor para obtener perfectas mediciones de temperatura y RPM (revoluciones por minuto) del motor.



Figura II.2. Opacímetro Brain Bee opa-100.  
(GLOBALTECH, 2016, p.1)

### **Características del Cuenta-revoluciones MGT-300 Brain Bee:**

Contador de gasolina / Diésel con un termómetro de transmisión de datos a través de bluetooth.

clase 1 (50 mt.)

Revoluciones del sensor de batería / vibración

Sonda de temperatura, sensor de vibración

Lectura de RPM y temperatura del motor de EOBD

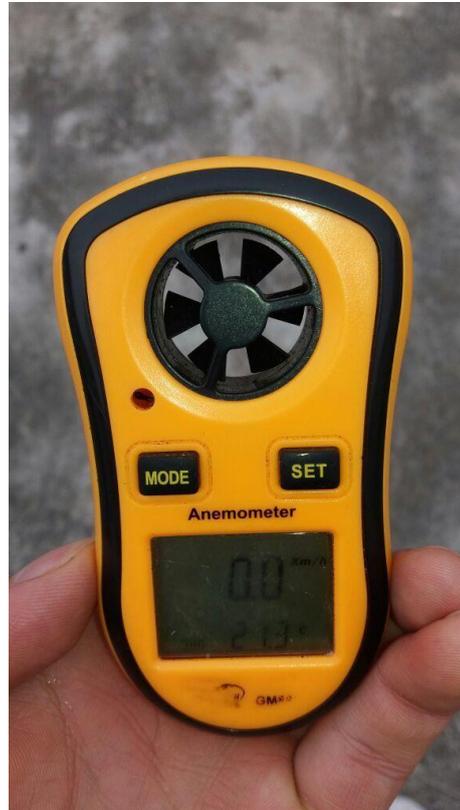
(Para automóviles preestablecidos)

Aprobación DM628 / MCTCnet



Figura II.3. Cuenta-revoluciones MGT-300 Brain Bee.  
(GLOBALTECH, 2016, p.1)

Figura II.4. Anemómetro digital GM-8908



(Pérez Noelia, 2018).

### **Características Anemómetro digital:**

Medición: Velocidad del Aire, Temperatura del Aire

Rango de Medida:

Velocidad del Aire 0.3~30m/s,0~90km/h,0~5860ft/min,0~55knots,0~65mph ( $\pm 5\%$ ).

Rango de Temperatura,-10°~45° ( $\pm 2^\circ$ ).

Resolución: 0.2° ,0.2m/s

Auto apagado: 14 minutos sin operación

Alimentación: Batería 3.0V (Incluida)

Diseño Compacto

Display muestra velocidad temperatura y *Windchil* del aire.

**ANEXO 3.**  
**FOTOGRAFÍAS ESTADO ACTUAL TALLERES**



Figura III.1. Cubierta del taller sin instalación de canaletas de agua



Figura III.2. Cubierta del taller con instalación de canaletas de agua

**ANEXO 4.**  
**VENTILACIÓN EÓLICA INSTALADA.**



Figura IV.1. Vista interior del taller con instalación de ventilación eólica

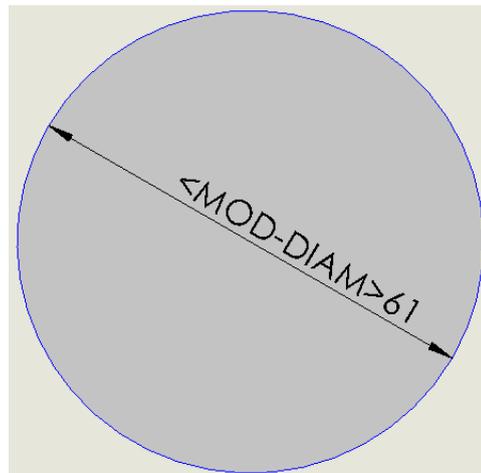


Figura IV.2. Cota del diámetro del ducto de entrada Extractor Eólico



Figura IV.3. Cubierta del taller implementado Extractores Eólicos

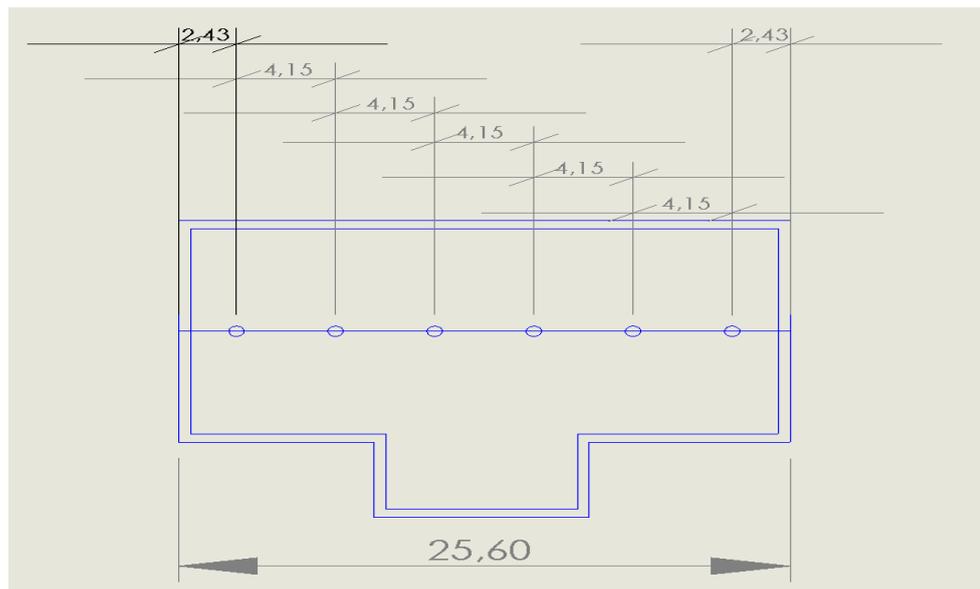


Figura IV.4. Cotas de separación de Extractores Eólicos instalados en cubierta

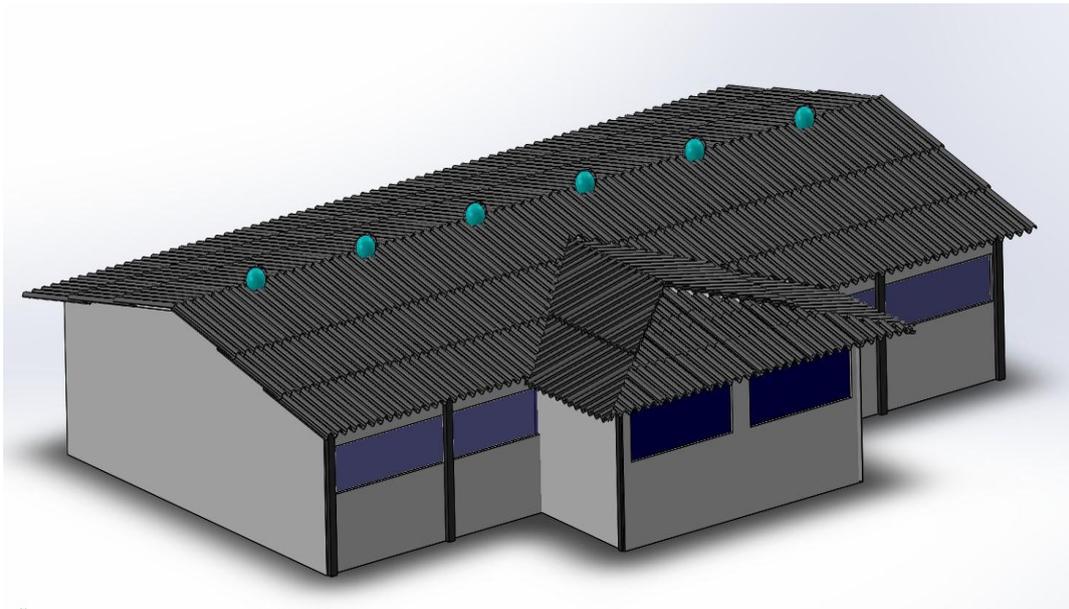


Figura IV.5. Vista frontal del taller automatizado diseñado por el método finito en *solidwork*.

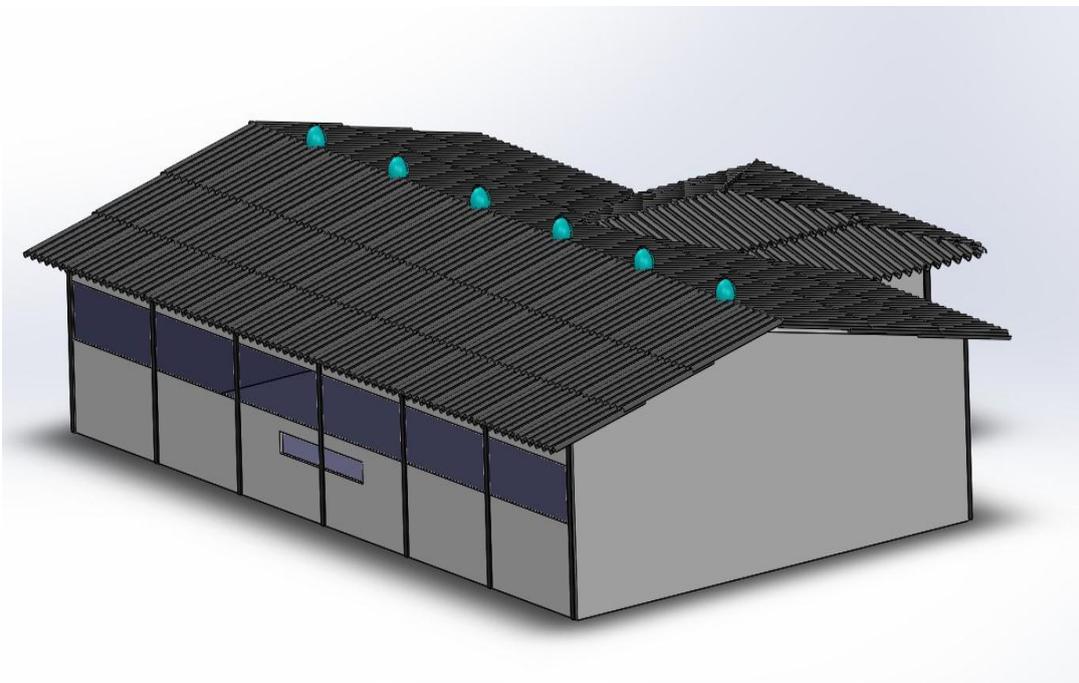


Figura IV.6. Vista trasera del taller automatizado diseñado por el método finito en *solidwork*.

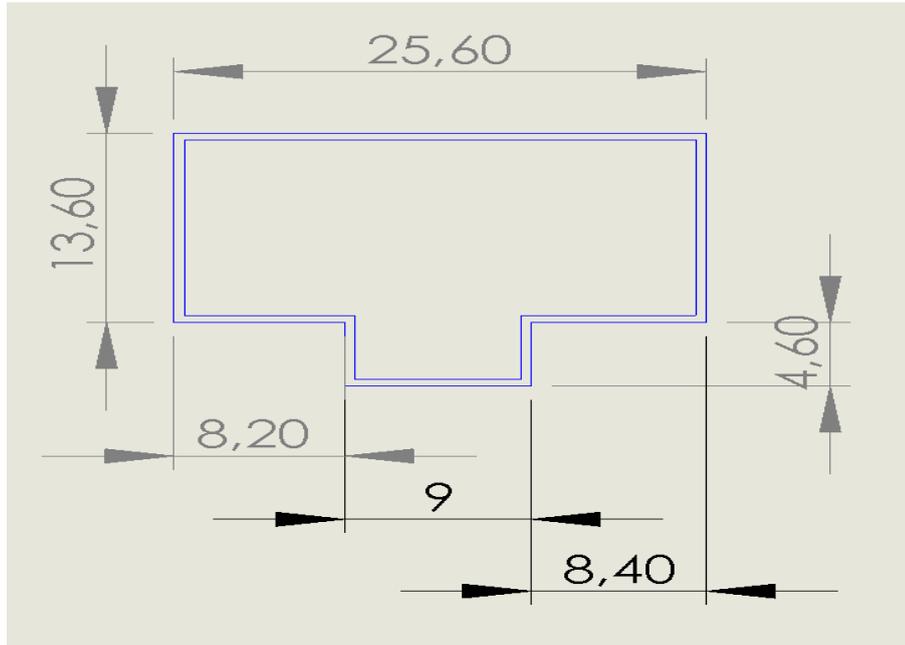


Figura IV.7. Cotas de las dimensiones del Taller de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.