



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TEMA:

INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN FORZADA EN EL TALLER DE MOTORES A DIÉSEL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, SECTOR COLEGIO UNIVERSITARIO.

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz.

AUTORES:

CHAMORRO SANGOQUIZA DANIEL GERMAN.
ORTIZ COLLAGUAZO CARLOS EMILIO.

DIRECTOR:

ING. CARLOS MAFLA YÉPEZ

IBARRA, 2015

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Ing. Carlos Mafla Yépez

CERTIFICA

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por los señores estudiantes CHAMORRO SANGOQUIZA DANIEL GERMAN, ORTIZ COLLAGUAZO CARLOS EMILIO. que han cumplido con las normas y las leyes de la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Educación Ciencia y Tecnología, Escuela de Educación Técnica en la elaboración del presente Trabajo de Grado pudiendo estos realizar la defensa de la misma para la obtención del título de Ingeniero en la especialidad de Mantenimiento Automotriz.



Ing. Carlos Mafla Yépez

Ibarra, 2015

DEDICATORIA

Este trabajo de grado se lo dedicamos en primer lugar a Dios por darnos la oportunidad de conocer amigos que de una u otra manera han ayudado a que se realice este trabajo.

A nuestros padres y a nuestras familias que con su apoyo, comprensión y palabras de ánimo nos han motivado, siendo un pilar fundamental en nuestra formación y en el desarrollo de este trabajo.

A la Universidad Técnica del Norte y a todas sus autoridades que han permitido y facilitado nuestra educación y aprendizaje dentro de las aulas y talleres.

Al Magister Carlos Mafla por su paciencia y sabiduría al momento de dirigir este trabajo y por ser un gran amigo y una gran persona.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por permitirnos rodearnos de buenas personas como son nuestro director de tesis el Magister Carlos Mafla, mi compañero de tesis que juntos hemos superado las adversidades, un agradecimiento enorme a la Universidad Técnica del Norte, a su Facultad de Ciencia y Tecnología, a la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, a todo su personal docente por formar parte de nuestra formación académica.

De manera especial a nuestros familiares por su apoyo constante ya que sin ellos no se hubiese concretado este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTO | ii |
| RESUMEN | viii |
| ABSTRACT | ix |
| INTRODUCCIÓN | x |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1. Problema de investigación | 1 |
| 1.1. Antecedentes | 1 |
| 1.2. Planteamiento del problema | 1 |
| 1.3. Formulación del Problema | 2 |
| 1.4. Delimitación | 2 |
| 1.4.1. Delimitación espacial | 2 |
| 1.4.2. Delimitación temporal | 2 |
| 1.5. Objetivos | 2 |
| 1.5.1. Objetivo General | 2 |
| 1.5.2. Objetivos Específicos..... | 2 |
| 1.6. Justificación | 3 |
| CAPÍTULO II | 4 |
| 2. Marco teórico..... | 4 |
| 2.1. Gases que se generan en un taller de mecánica..... | 4 |
| 2.2. Gases contaminantes de un motor diésel y sus efectos sobre la salud y el ambiente..... | 5 |
| 2.2.1. Introducción..... | 5 |
| 2.2.2 Proceso de combustión..... | 5 |
| 2.3. Efectos para la salud..... | 14 |
| 2.3.1. Repercusiones a corto plazo..... | 14 |
| 2.3.2. Repercusiones a largo plazo..... | 15 |
| 2.3.3. Enfermedades causadas por el monóxido de carbono (CO)..... | 16 |
| 2.3.4. Enfermedades causadas por el dióxido de carbono (CO ₂)..... | 17 |
| 2.3.5. Enfermedades causadas por el dióxido de azufre (SO ₂)..... | 18 |
| 2.3.6. Enfermedades causadas por dióxidos de nitrógeno (NO y NO ₂)..... | 19 |
| 2.3.7. Enfermedades causadas por el ozono (O ₃)..... | 20 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.3.8. | Enfermedades causadas por el benceno (C ₆ H ₆). | 20 |
| 2.3.9. | Enfermedades causadas por el formaldehído (HC ₂ O)..... | 20 |
| 2.3.10. | Enfermedades causadas por hidrocarburos aromáticos policíclicos. | 21 |
| 2.4. | Valores límites de concentración y exposición de los gases de escape diésel recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). | 21 |
| 2.4.1. | Otros valores establecidos por entidades de regulación..... | 22 |
| 2.5. | Clasificación de los contaminantes en el aire. | 24 |
| 2.5.1. | Los contaminantes primarios..... | 25 |
| 2.5.2. | Contaminantes secundarios. | 25 |
| 2.5.3. | Efectos en el ambiente. | 25 |
| 2.5.4. | Calentamiento global. | 25 |
| 2.5.5. | El efecto invernadero | 26 |
| 2.5.6. | Lluvia ácida..... | 27 |
| 2.6. | Normas INEN de seguridad en un taller automotriz. | 28 |
| 2.6.1. | Norma NTE. INEN 2239 (2000). Accesibilidad de las personas al medio físico, señalización. | 28 |
| 2.6.2. | Norma NTE. INEN 0439 (1984). Colores, señales y símbolos de seguridad. | 28 |
| 2.6.3. | Seguridad industrial. | 28 |
| 2.6.4. | La fatiga laboral. | 29 |
| 2.6.5. | La ergonomía en el trabajo. | 29 |
| 2.6.6. | Concepto de normas de seguridad industrial..... | 29 |
| 2.9. | Clasificación del equipo de protección personal necesario utilizar dentro de un taller automotriz. | 31 |
| 2.9.1. | Protección para la cabeza. | 31 |
| 2.9.2. | Protección para las manos. | 31 |
| 2.9.3. | Protección de los pies..... | 31 |
| 2.9.4. | Protección corporal. | 31 |
| 2.9.5. | Protección para los oídos. | 31 |
| 2.9.6. | Protección para los ojos..... | 32 |
| 2.9.7. | Protección respiratoria..... | 32 |
| 2.10. | Temperatura, humedad y ventilación..... | 32 |
| 2.11. | Equipos de extracción..... | 34 |

| | | |
|-------------------|--|----|
| 2.12. | Clasificación de los extractores eólicos. | 35 |
| 2.13. | El extractor eólico. | 35 |
| 2.14. | Caudal necesario m ³ /h. | 36 |
| 2.15. | Glosario de términos. | 38 |
| CAPÍTULO III..... | | 41 |
| 2. | Metodología de la investigación. | 41 |
| 3.1. | Tipo de Investigación. | 41 |
| 3.1.1. | Bibliográfica. | 41 |
| 3.1.2. | Tecnológica. | 41 |
| 3.2. | Método. | 41 |
| 3.2.1. | Teórico. | 41 |
| a) | Analítico. | 41 |
| CAPÍTULO IV..... | | 42 |
| 4. | Propuesta..... | 42 |
| 4.1. | Proceso y comparaciones..... | 42 |
| 4.1.1. | Estado del taller. | 42 |
| 4.1.2. | Estado de las maquetas. | 43 |
| 4.1.3. | Mediciones..... | 44 |
| 4.1.4. | Colocación de vidrios..... | 46 |
| 4.1.5. | Proceso..... | 47 |
| 4.1.6. | Instalación del sistema de ventilación forzada con extractores eólicos. | 50 |
| 4.1.7. | Mediciones de humedad relativa, velocidad del viento y temperatura..... | 51 |
| 4.1.8. | Comparación de resultados. | 52 |
| 4.1.9. | Análisis. | 54 |
| 4.1.10. | Mantenimiento. | 55 |
| 5. | Conclusiones y Recomendaciones. | 56 |
| 5.1. | Conclusiones..... | 56 |
| 5.2. | Recomendaciones. | 56 |
| Bibliografía..... | | 58 |
| ANEXOS..... | | 60 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Representación de moléculas de carbono y de oxígeno. | 8 |
| Figura 2. Estructura de las partículas encontradas en el tubo de escape de un motor diésel | 13 |
| Figura 3. Procesos en la formación de hollín. | 14 |
| Figura 4. Partículas de carbón aspiradas y depositadas en los pulmones. | 15 |
| Figura 5. Tamaño de las partículas y su ubicación en sistema respiratorio. | 16 |
| Figura 6. Daños de los gases contaminantes en la salud. | 24 |
| Figura 7. Fuentes de contaminantes primarios y secundarios. | 24 |
| Figura 8. El calentamiento global y el efecto invernadero. | 26 |
| Figura 9. Reacción de los gases y la formación de la lluvia ácida. | 27 |
| Figura 10. Estado de las ventanas. | 43 |
| Figura 11. Maquetas con polvo. | 44 |
| Figura 12. Anemómetro donde registra la velocidad del viento y la temperatura. | 45 |
| Figura 13. Gráfica de la humedad relativa y temperatura tomadas del data logger. | 46 |
| Figura 14. Ventanales con todos los vidrios colocados. | 47 |
| Figura 15. Instalación de los extractores en la cubierta del taller. | 50 |
| Figura 16. Vista interna superior de los extractores. | 51 |
| Figura 17. Gráfica de la humedad relativa y temperatura tomadas del data logger. | 52 |
| Figura 18. Selección de los extractores en la fábrica ATYMI. | 60 |
| Figura 19. Estado del taller antes de realizar el proyecto. | 60 |
| Figura 20. Vista principal del taller después de realizado el proyecto. | 61 |
| Figura 21. Estado de las ventanas antes de la instalación de la ventilación forzada. | 61 |
| Figura 22. Estado de las ventanas después de realizar la instalación de la ventilación forzada. | 62 |
| Figura 23. Vista superior interna del taller después de haber colocado los extractores eólicos. | 62 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Productos de los gases de escape del motor diésel | 6 |
| Tabla 2. Concentración del gas en el aire y efectos en la salud. | 17 |
| Tabla 3. Concentración del gas en el aire y efectos en la salud. | 17 |
| Tabla 4. Concentración del gas en el aire y efectos en la salud. | 18 |
| Tabla 5. Concentración del gas en el aire y efectos en la salud. | 19 |
| Tabla 6. Valores máximos de concentración de los gases recomendados por la OMS..... | 21 |
| Tabla 8 Tabla de rendimientos aproximados en m ³ /h | 37 |
| Tabla 9. Área y volumen del taller..... | 43 |
| Tabla 10. Mediciones de la velocidad del viento..... | 45 |
| Tabla 11. Dimensiones del taller..... | 48 |
| Tabla 12. Datos sugeridos según la norma DIN 1946. | 49 |
| Tabla 13. Promedios generales sin extractores. | 51 |
| Tabla 14. Promedios generales con extractores..... | 52 |
| Tabla 15. Tabla comparativa de resultados. | 54 |

RESUMEN

En esta investigación se encuentra el estudio realizado previo a la toma de decisión, con respecto a la instalación de ventilación forzada en el taller de motores a diésel de la Universidad Técnica del Norte, sector Colegio Universitario. La investigación consiste en instalar un sistema que satisfaga las necesidades del taller, donde este sistema de ventilación ayude a mejorar el ambiente de trabajo dentro del taller, teniendo en cuenta que la contaminación existente es fundamentalmente de motores diésel que generan gran cantidad de material particulado conjuntamente con gases nocivos para la salud. Donde la Organización Mundial de la Salud y las normas INEN establecen parámetros máximos de concentración y tiempo de exposición de personas en estos ambientes de trabajo. La instalación de este sistema de ventilación forzada es necesaria y adecuada ya que el ambiente que brinda el taller no es el recomendado por la Organización Mundial de la Salud y las normas INEN vigentes en el Ecuador, de acuerdo a ambientes saludables y confortables dentro de un taller automotriz. Esta investigación aporta al mantenimiento de los equipos, herramientas y maquinaria que son utilizadas para la formación de los estudiantes. Dentro de la instalación del sistema de ventilación se ha impermeabilizado el taller impidiendo el ingreso de polvo con la colocación de vidrios en los ventanales. La selección de los equipos, la instalación de los mismos donde se emplea datos técnicos permite evidenciar el correcto funcionamiento de ellos y comprobar el cumplimiento de los objetivos propuestos, teniendo como resultados el aumento de un 74% en la velocidad del viento, un decremento del 5.03% de la temperatura y un decremento de la humedad relativa de un 30.9%. Demostrando que el sistema más idóneo que satisface las necesidades del taller es el sistema de ventilación forzada con extractores eólicos ya que son equipos que no contaminan el ambiente, no consumen energía eléctrica y tienen un funcionamiento las 24 horas del día sin interrupciones. El mantenimiento de los equipos es muy sencillo se basa en lubricar los rodamientos y reajustar los pernos de fijación, brindando así los requisitos necesarios para ser considerados como la mejor opción en sistemas de ventilación.

ABSTRACT

In this investigation, it's found, the completed study previous to the installation of forced ventilation diesel motors in the Técnica Del Norte. University workshop. The investigation consists of the installation of a system that satisfies the needs of the workshop. This system of ventilation helps to improve the work environment in the workshop, having in mind that the existing contamination is largely produced in diésel motors that generate large quantities of particle material along with gases dangerous to health where The World Health Organization and the INEN rules establish maximum parameters of concentration and exposed time of people in these work environments. The installation of this forced air system is necessary and adequate in the environment on which there is contamination not recommended by the World Health Organization and the INEN rules, stipulated in Ecuador, in accordance with healthy and comfortable environments in a motor workshop. This investigation supports the maintenance of the equipment, tools and machinery that is used for the formation of the students. Within the installation of the ventilation system, the entry of dust has been sealed, placing glass in the windows. The selection of the same installation equipment that use technical data allows to prove the correct working of them and verifies the achievement of the proposed objectives, having as results the increase of 74% in wind speed, a decrease of 5.03% in temperature and a decrease of relative humidity of 30.9%. Demonstrating that the most adequate system that satisfies the needs of the workshop in the forced air system with eco-friendly extractors that already are equipment that does not contaminate the environment does not consume electric energy and functions 24 hours a day without interruption, the maintenance of the equipment is very simple based on the lubrication of the bearings and readjustment of the bolts, provides the necessary requirement to be considered as the best option in ventilation systems.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la seguridad e higiene industrial se han creado normas que han regulado los ambientes de trabajo, así con respecto al ambiente dentro de un taller automotriz, como son las normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud y las Normas INEN.

La instalación de un sistema de ventilación forzada que brinde un ambiente de trabajo que esté dentro de las normas que exigen las organizaciones de salud, brindando mayor confort al realizar trabajos dentro del área, este trabajo de investigación demuestra que es realizable la implementación de este sistema de forma eficiente.

La diversidad de sistemas de ventilación ha permitido seleccionar el sistema más idóneo y que satisfaga las necesidades ambientales, saludables y confortables del taller en estudio.

Este sistema eólico permite ventilar espacios físicos con volúmenes grandes como es el de un taller automotriz, con corrientes de aire frescas y extrayendo volúmenes contaminados del interior renovando de esta manera constantemente el aire interior del taller, teniendo en cuenta que este sistema es de un mantenimiento sencillo y con una vida útil de aproximadamente 50 años. El siguiente temario que presenta la investigación brinda al lector la suficiente información para la selección e instalación del sistema de ventilación eólica.

En el capítulo siguiente se encuentra la problemática de investigación la formulación del problema la delimitación de la investigación espacial temporal el objetivo general como específico y la justificación del problema.

En el siguiente capítulo trata sobre la fundamentación teórica de investigación el desarrollo del tema planteado, realizando una introducción de los temas que es de importancia investigar dentro de los aspectos generales para el desarrollo de este trabajo.

A continuación el capítulo donde se encuentra la metodología que comprende el diseño y tipo de investigación las técnicas, conocimientos junto con el proceso aplicado.

Continuando con el proceso y análisis de los datos recopilados, mediante mediciones de humedad relativa, temperatura del ambiente, y velocidad del aire, haciendo una comparación de porcentaje de mejoras hechas en el ambiente interno del taller.

Finalmente las conclusiones y recomendaciones que se hace al trabajo especificando de forma clara el problema y su respectiva solución.

CAPÍTULO I

1. Problema de investigación

1.1. Antecedentes

Hoy la Carrera de Mantenimiento Automotriz consta con un taller de motores diésel, el cual está equipado con seis motores en los cuales los estudiantes realizan las prácticas y se forman como profesionales competitivos, éticos y capaces de afrontar nuevos retos en el área automotriz, con los conocimientos teóricos prácticos; adquiridos en sus laboratorios y talleres con equipos y herramientas acordes a la tecnología donde su personal docente está altamente capacitado.

El taller está ubicado en el Colegio Universitario. Dentro del cual se realiza prácticas con los motores a diésel que existen, se presenta un problema de contaminación, debido a la combustión en dichos motores.

1.2. Planteamiento del problema

En el taller de mantenimiento automotriz de la Universidad Técnica del Norte ubicado en el Colegio Universitario el área de motores a diésel tiene un problema de contaminación a causa de la combustión en los motores diesel generando estos una gran masa de gases que se encierran en el interior, por lo cual los estudiantes se ven con la necesidad de sacar los motores.

Ya que el taller no cuenta con un sistema de ventilación adecuada que permita evacuar los gases, y brindar un ambiente saludable para el desarrollo óptimo de las actividades teórico prácticas que realizan los estudiantes.

1.3. Formulación del Problema

¿Cómo se podría evacuar los gases contaminantes generados en el taller de motores diésel de la Carrera de Mantenimiento Automotriz?

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación espacial

La investigación se desarrollará en el taller motores diesel de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz ubicado en el sector del Colegio Universitario, de la Universidad Técnica del Norte.

1.4.2. Delimitación temporal

El desarrollo del presente proyecto se llevará acabo de enero a noviembre del 2014.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Instalar un sistema de ventilación forzada en el taller de motores a diésel de la Universidad Técnica del norte, sector Colegio Universitario.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Investigar información bibliográfica sobre sistemas de ventilación.
- Determinar el tipo de ventilación requerida en el área del taller de motores diésel de la Carrera de Mantenimiento Automotriz.
- Implementar el sistema de ventilación y cambio de cubierta en el área de motores a diésel del taller de Mantenimiento Automotriz.

1.6. Justificación

En el taller de motores diésel, se generan gases tóxicos, humedad del ambiente y olores generados por los elementos e insumos que son necesarios utilizar para realizar las prácticas y no existe un sistema de evacuación del aire que mejore el ambiente de trabajo.

Es importante la investigación ya que los beneficiados directos serían los estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Mantenimiento Automotriz, a razón que esta implementación evite posibles enfermedades pulmonares y además mejore el ambiente de trabajo.

Es factible realizar este proyecto ya que existe la predisposición de los investigadores, para poner en práctica los conocimientos adquiridos en la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, con los recursos y materiales que serán financiados por los mismos investigadores.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1. Gases que se generan en un taller de mecánica.

Dentro de un taller automotriz se puede encontrar diversos gases generados tanto por la propia combustión de los motores diésel como por el uso de insumos necesarios para dar mantenimiento, estos gases son contaminantes que a una exposición prolongada pueden ocasionar enfermedades a corto o a largo plazo.

Dentro de los más peligrosos están:

- Los vapores del combustible son conducidos al ambiente desde el tanque de combustible y fugas en el sistema de alimentación. Estos vapores están compuestos generalmente por HC corresponde al 8% de la totalidad de los gases contaminantes de un motor diésel.
- Los vapores del cárter representan una mezcla producto de la combustión incompleta de hidrocarburos que se filtran desde la holgura de los rines en los pistones y se depositan en el cárter así también los vapores de aceite que se encuentra en el cárter estos vapores están compuestos principalmente de Nox desde el 45 y el 80%, y aldehídos en un 30%.

2.2. Gases contaminantes de un motor diésel y sus efectos sobre la salud y el ambiente.

2.2.1. Introducción.

En el motor diésel en su proceso de su combustión genera gases de escape, los mismos que están compuestos de hollín, diesel y otros gases producto del proceso químico que se produce dentro de la cámara de combustión, dichos motores expiden estos gases directo al ambiente, afectando a la salud de los seres vivos ya sea a corto o a largo plazo. Los gases generados por el motor diesel causan en el ambiente efectos adversos tales como calentamiento global, efecto invernadero, lluvia ácida.(Molina, 2005)

2.2.2 Proceso de combustión.

El proceso de formación de la mezcla en los motores diésel se realiza en su totalidad en el cilindro del motor y se dan inicio unos milisegundos después del proceso de inyección del combustible. Ya que en la carrera de admisión solo es admitido aire al cilindro previamente calentado, este calentamiento influye en la potencia del motor, ya que disminuye la densidad del aire, debido a esta pérdida de potencia se recomienda usar un aislante térmico en los colectores de admisión y escape.

Durante la carrera de compresión en la cámara de combustión del motor se crean las condiciones de presión y temperatura que generan la auto-inflamación, teniendo en cuenta que grados antes del PMS comienza la inyección del combustible dentro de la cámara de combustión en un ambiente de aire a elevada temperatura y presión. Existe una demora en cuanto al instante de inicio de la combustión que toma en consideración los aspectos físicos relacionados con el calentamiento y evaporación del

combustible, y químicos relacionados con el proceso de liberación de energía, en este proceso llamado de retardo se forma la mezcla aire-combustible apta para que se inicie la combustión generando una reacción termodinámica entre el oxígeno y el combustible, para formar teóricamente CO₂ y H₂O mas una pérdida de energía en forma de calor.(Secundino, 20011)

Debido a que en el proceso de combustión no se trasforma el cien por ciento de la energía del combustible lo cual se forman sustancias contaminantes que se emiten al exterior. El proceso real de un motor diésel difiere notablemente del que forma el ciclo termodinámico, durante el choque que sufren las moléculas del combustible con las moléculas de oxígeno del aire dando lugar a la oxidación primaria y a la formación de centros activos. Dando la formación de aldehídos cetonas y otros compuestos tales como CO₂ y H₂O, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y CO resultado de una combustión incompleta, a temperaturas altas cerca de los 1727 °C se obtiene carbón en forma de hollín que se produce al final de la combustión una parte insignificante de CO₂ y H₂O disocia formando de nuevo al bajar la temperatura CO, H₂ y O₂. El periodo de la combustión ocurre en un tiempo muy corto entorno a la decena de milisegundos, y está comprendido entre 40° a 50° grados de giro del cigüeñal (en torno a 20° APMS y 20°-30° DPMS).

Tabla 1. Productos de los gases de escape del motor diésel

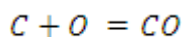
| GAS | FÓRMULA QUÍMICA |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| <i>Monóxido de carbono</i> | CO |
| <i>Agua</i> | H ₂ O |
| <i>Hidrógeno</i> | H ₂ |
| <i>Oxígeno</i> | O ₂ |
| <i>Dióxido de carbono</i> | CO ₂ |
| <i>Dióxido de azufre</i> | SO ₂ |
| <i>Óxidos de nitrógeno</i> | NO _x |
| <i>Aldehídos como el benceno</i> | C ₆ H ₆ |
| <i>Aldehído como el formaldehído</i> | HC2O |
| <i>Hidrocarburos</i> | HCHO |
| <i>Hidrocarburos aromáticos</i> | PAH _s |
| <i>Hollín</i> | PM ₁₀ PM _{2.5} |

En la presente tabla se puede apreciar los gases y su respectiva fórmula química de mayor influencia en la salud, que se encuentran formando parte de los gases de escape de un motor diésel.

Monóxido de carbono (CO).

El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro, y altamente tóxico que puede causar la muerte si es inhalado en altas concentraciones, este gas se forma al quemar carbono o sustancias compuestas de carbono con una relación insuficiente de aire. La combustión incompleta suele darse cuando se quema de manera rápida como en los motores de los automóviles dando lugar a la formación de gases de escape con contenido nocivo de monóxido de carbono. La transformación de CO a CO₂ en la atmósfera es lenta y tarda de dos a cinco meses.

Los efectos que causa en la salud pueden variar de una persona a otra, pero tienen una estrecha relación en su concentración en el aire, que puede ir desde falta de aliento, náuseas, mareos ligeros, hasta dolores de cabeza, confusión mental o desmayos, incluso la muerte.



Carbón + oxígeno = monóxido de carbono

Dióxido de carbono (CO₂).

El dióxido de carbono es un gas incoloro, denso y un poco reactivo de fórmula química CO₂. Este gas se encuentra formando parte de la tropósfera (capa de atmósfera más próxima a la tierra) en una proporción de 350 PPM. El aumento en esta proporción según datos tomados desde el siglo XIX hasta hoy es de 80 PPM derivando esto en un componente primordial para el cambio climático.

Este gas es el más involucrado en el ciclo global ya que se libera desde el interior de la tierra, proceso de suelos, fenómenos tectónicos, a través de la respiración, combustión de compuestos con carbono y por la acción antropogénicas de quema de combustibles fósiles y materia orgánica en general, por otro lado es disuelto en los océanos y en procesos fotosintéticos.

La producción de este gas debido a fuentes naturales es por:

1. Respiración
2. Descomposición de materia orgánica
3. Incendios forestales naturales

La producción de este gas debido a fuentes antropogénicas es por:

1. Quema de combustibles fósiles
2. Cambios en uso de suelos principalmente en deforestación
3. Quema de biomasa
4. Manufactura de cemento

Formación del dióxido de carbono

Se produce por diversos procesos: por combustión u oxidación de materiales que contienen carbono, por la fermentación de azúcares y por la descomposición de los carbonatos bajo la acción del calor o los ácidos.

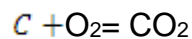


Figura 1. Representación de moléculas de carbono y de oxígeno.

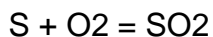
Carbón + Oxígeno (dos moléculas) = Dióxido de carbono.

Dióxido de azufre (SO₂).

Es un gas incoloro con un olor acre irritante este gas se produce al quemar combustible que contienen azufre como carbón y petróleo dando una mezcla de gases formada por el 97 % de SO₂ y el 3 % de anhídrido sulfúrico SO₃, cuando el anhídrido sulfúrico entra en contacto con la humedad del aire se transforma en ácido sulfúrico S₂S₄ este ácido junto con el ácido nítrico y el agua constituyen la lluvia ácida.

Los efectos en la salud dependen de las concentraciones que exista en el aire y el tiempo de exposición que puede ser entre 520 µg/m³ (0,2 PPM) y 262.000 µg/m³ (100 PPM) resulta inmediatamente peligroso para la vida y la salud, en 30 minutos de exposición en concentraciones desde o superiores a 1.049.000 µg/m³ (400 PPM) Concentración mínima letal en aire durante una exposición de 1 minuto.

Formación dióxido de azufre.- Se produce por la combustión del azufre o sustancias que contengan azufre como petróleo gas natural entre otras:



Azufre + Oxígeno = Dióxido de Azufre (Anhídrido Sulfuroso).

Óxidos de nitrógeno (NO₂).

El monóxido de nitrógeno NO y el dióxido de nitrógeno NO₂ constituyen dos de los óxidos de nitrógeno más importantes tóxicos lógicamente; ninguno de los dos son inflamables y son incoloros en apariencia a temperatura ambiente. El monóxido de nitrógeno es un gas de olor dulce penetrante a temperatura ambiente, mientras que el dióxido de nitrógeno tiene un fuerte olor desagradable.

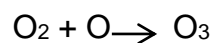
Los óxidos de nitrógeno antropogénicos (NO_x=NO+NO₂) se producen por la oxidación del nitrógeno atmosférico presente en las combustiones

abiertas a altas temperaturas. El óxido inicial es el NO, que rápidamente se oxida a NO₂ ambos tóxicos liberados a la atmósfera entran en un conjunto natural de reacciones fotoquímicas, denominadas ciclo fotolítico del NO₂, que conducen a un aumento de las concentraciones de NO₂ y a una disminución del NO.(Salesiana, 2014)

El NO₂ es la clave para la formación de otra cadena de reacciones químicas que siguen hacia la formación de ácido nítrico HNO₃, de nitratos y de oxidantes fotoquímicos, que junto con el agua dan origen a la lluvia ácida. El "smog" fotoquímico urbano tiene básicamente su origen, en la combustión de los motores, una mezcla compleja de productos que se forman a partir de la interacción de la luz solar con dos de los componentes principales de los gases de escape, el NO_x y los hidrocarburos dando ozono como principal oxidante. El ozono se forma como contaminante secundario en el "smog" fotoquímico.

Ozono (O₃).

Es un gas invisible e inodoro altamente corrosivo e irritante componente natural de la estratósfera cuya función es filtrar la radiación ultravioleta, pero es un contaminante en la tropósfera cuya fórmula es O₃. Este gas se forma por un ciclo fotolítico de los óxidos de nitrógeno, este proceso tiene formación en la atmósfera por efecto de la luz solar (hν, de longitud de onda, λ=380nm) aumentando la cantidad de NO presente surgiendo el O₃ como contaminante secundario.



Aldehídos como el benceno (C₆H₆).

Es un líquido incoloro de aroma dulce característico y sabor amargo, cuya fórmula química es C₆H₆, es un disolvente para productos como grasas, azufre, fósforo, yodo, gamos, ceras entre otros. Los vapores de este líquido son altamente inflamables, el benceno y sus derivados forman parte del grupo químico conocido como compuestos aromáticos.

Aldehídos como el formaldehído (HC₂O).

El formaldehído, cuya fórmula química es HC₂O, forma parte de la familia del formol, es el primer miembro de las series de los aldehídos alifáticos. A la temperatura ordinaria el formaldehído es un gas incoloro, inflamable, de olor muy irritante. El formaldehído normalmente se encuentra en bajas concentraciones, en general menos de 0,06 PPM, tanto al aire libre como en lugares cerrados.

Hidrocarburos.

Los hidrocarburos metánicos y no metánicos se forman por la combustión de productos como carbón, petróleo y sus derivados, su duración en la atmósfera tiene relación con las horas de luz solar. Dentro de los hidrocarburos se encuentra los compuestos tales como: Metano, etano, propano, propeno, butano, buteno, formaldehídos y los aromáticos tolueno y benceno.

Hidrocarburos aromáticos y policíclicos (PAH_s).

Conocidos por sus siglas PAH_s se hallan en el medio ambiente como resultado de varios procesos industriales y de combustión incompleta, de materia orgánica que contiene carbono e hidrógeno. A elevadas temperaturas la descomposición de materia orgánica produce fragmentos de moléculas y radicales que se combinan para formar los PAH_s. Su

permanencia en el medio ambiente, y más específicamente en el suelo de 162 días.

Hollín.

Proceso de formación de partículas

El motor diésel es considerado como una de las principales fuentes de contaminación debido a su emisión de partículas. Independientemente del método de medida utilizado para su caracterización se define a las partículas como una especie de aerosol considerando que el gas de escape está compuesto de líquidos y gases de diversa composición. La diversidad de la composición de las partículas engendra estructuras y tamaños variados.

Para entender las causas de la diversa composición hay que analizar y entender los procesos que intervienen en su formación que está dividido en tres ejes principales, primero se forma el hollín (pirolisis, nucleación, crecimiento) y luego de manera simultánea la formación se oxida toda o en parte, finalmente el proceso de absorción y condensación (con el hollín que no se ha oxidado) teniendo en cuenta que los procesos ocurren simultáneamente en la llama de difusión diésel.

Los procesos de formación y de oxidación se forman durante la combustión en la cámara de combustión, el hollín se forma si en la combustión hay lugares muy ricos y al alcanzar elevadas temperaturas y presiones con falta de oxígeno, sucede que la cadena del hidrocarburo comience a fracturarse y a des-hidrogenarse convirtiéndose en carbón, esto se da en el interior del chorro del combustible que ingresa el inyector en la cámara de combustión debido que existe mucho combustible y muy poco oxígeno.(Lapuerta, 2002)

El proceso de formación de hollín se da lugar con procesos físicos y químicos, con una secuencia de sucesos más probables para la

formación de hollín es la siguiente: Pirolisis, nucleación, crecimiento (crecimiento superficial coagulación y aglomeración).

Durante la pirolisis se forman los precursores de hollín, luego se engendran pequeñas partículas de hollín que van aumentando con los procesos de crecimiento superficial coagulación y aglomeración alcanzando su máximo tamaño al aproximarse al frente de la llama donde gran parte de estas partículas se oxidan. La oxidación es un proceso de conversión de un carbono o hidrocarburo en productos de la combustión como CO, CO₂, H₂O, tiene lugar en la superficie del hollín y pasa en todo el proceso.

El proceso de formación de partículas concluye con los fenómenos de absorción y condensación que tiene lugar durante el recorrido de las partículas por el sistema de escape donde el descenso de la temperatura es más rápido. Durante los procesos de condensación y absorción las partículas se agrupan que a su salida a la atmósfera su estructura es la siguiente: Principalmente se compone de hollín y cenizas rodeada por una capa formada por compuestos orgánicos volátiles, compuestos de azufre y compuestos líquidos como ácido sulfhídrico de sulfato o también hidrocarburos.

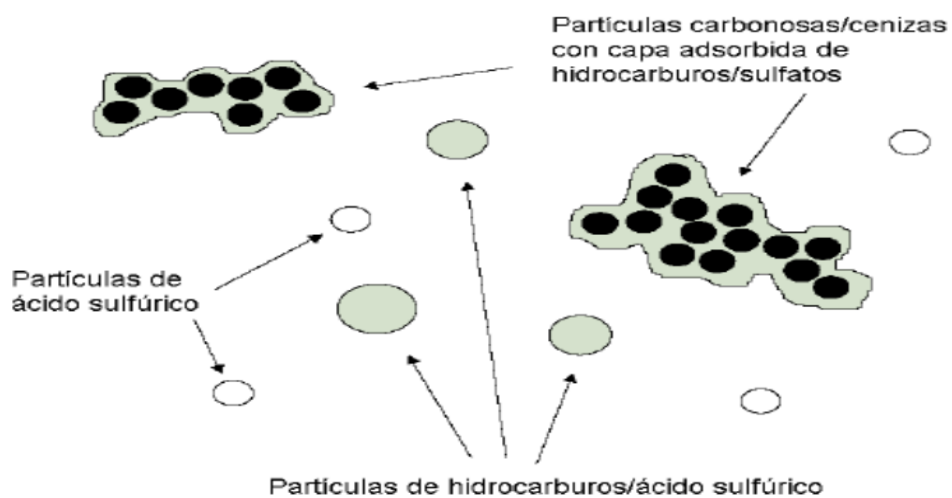


Figura 2. Estructura de las partículas encontradas en el tubo de escape de un motor diésel

Fuente:(Monin, 2009).

La teoría más probable para explicar la formación de hollín, en el sistema de combustión con evolución temporal y espacial constante, tiene los siguientes procesos: las primeras partículas de hollín (o núcleos) se forman a partir de la colisión de los PAHs (hidrocarburos policíclicos aromáticos), considerados como precursores del hollín. Luego, aumenta la superficie de los núcleos, debido a reacciones que ocurren en su superficie formando partículas primarias. Y esas partículas primarias se acumulan para formar aglomerados de gran tamaño.

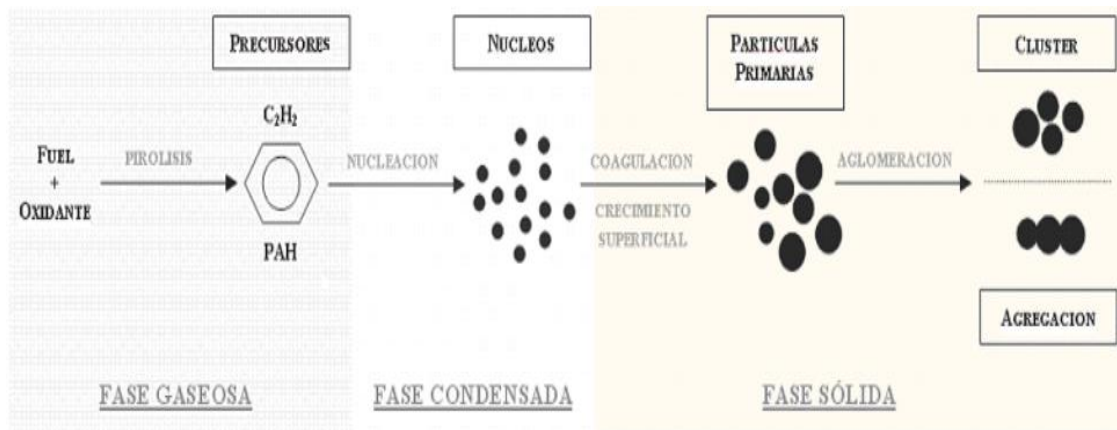


Figura 3. Procesos en la formación de hollín.
Fuente:(Monin, 2009)

2.3. Efectos para la salud.

La inhalación de gases de escape tiene efectos adversos para la salud que pueden ser a corto o a largo plazo, teniendo en cuenta que los gases emanados por el tubo de escape contienen partículas lo cual es un riesgo al ser aspiradas ya que estas se depositan dentro de nuestros pulmones.

2.3.1. Repercusiones a corto plazo.

La inhalación voluntaria o involuntaria de gases de escape de un motor diésel, provoca los siguientes malestares a corto plazo.

1. Tos.
2. Picazón o quemazón de los ojos.
3. Presión en el pecho.
4. Respiración con silbido.
5. Respiración dificultosa

Siendo estos los síntomas más comunes que presentan las personas que están sometidas a una exposición directa a los gases de escape de un motor diésel. Estos síntomas desaparecen una vez que la persona se aleja de la fuente que origina estos gases.

2.3.2. Repercusiones a largo plazo.

Las partículas emanadas por un motor diésel conocidas también como (partículas finas) ingresan a las vías respiratorias sin oponer mayor resistencia y se depositan en la parte baja de los pulmones. Siendo veinte años la referencia tomada a largo plazo, estas partículas aumentan el riesgo de cáncer de pulmones y de vejiga. Existe además evidencia de que las partículas finas pueden agravar los problemas de corazón y enfermedades respiratorias como el asma.

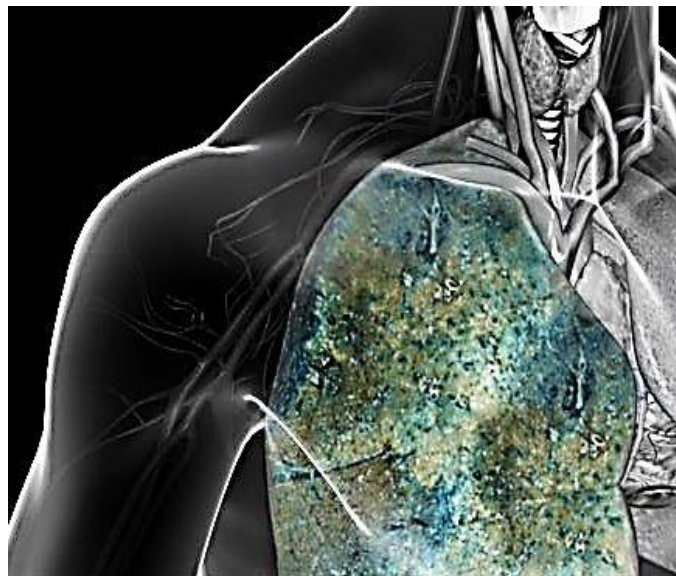


Figura 4. Partículas de carbón aspiradas y depositadas en los pulmones.

Fuente: (D., 2011)

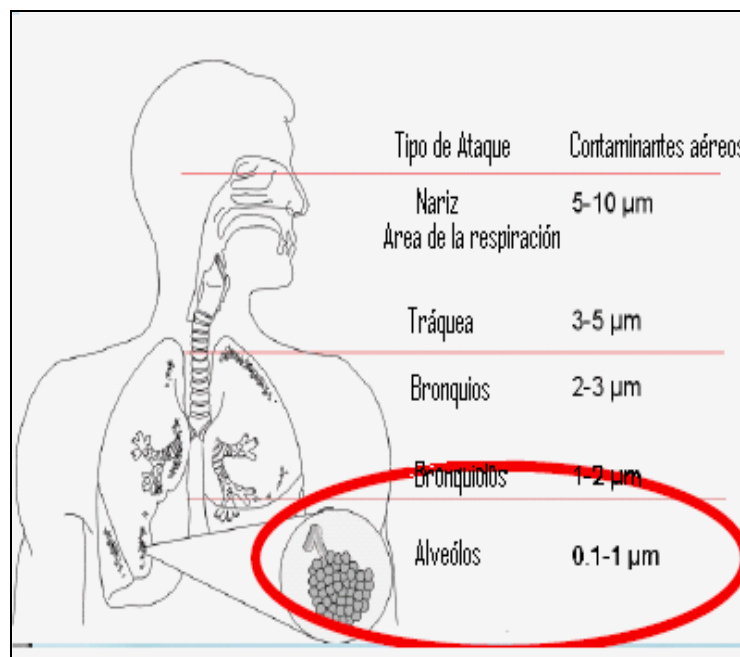


Figura 5. Tamaño de las partículas y su ubicación en sistema respiratorio.

Fuente: (Salesiana, 2014)

En la siguiente figura indica que de acuerdo al tamaño del contaminante, este se localiza en diferentes partes del sistema respiratorio.

2.3.3. Enfermedades causadas por el monóxido de carbono (CO).

A una exposición con concentraciones bajas en el periodo de una hora el CO puede producir falta de aliento, mareos, náuseas causando daños a la salud durante un tiempo. El CO al combinarse con la hemoglobina de la sangre reduce la capacidad de los pulmones al transportar oxígeno a las células del organismo llegando a veces a niveles fatales.

El CO puede causar dolores de cabeza mareos, confusión mental, náuseas y desmayos en un lapso de exposición no mayor a 30 minutos a niveles moderados, pero puede causar la muerte si se expone a una inhalación de estos niveles durante mucho tiempo. Una exposición con concentraciones altas durante una hora puede causar estrés en el sistema cardiovascular, baja tolerancia al ejercicio, inconsciencia y la muerte en pocos minutos. Niveles de exposición al monóxido de carbono.

Tabla 2. Concentración del gas en el aire y efectos en la salud.

| Concentración en el aire | Efectos fisiológicos |
|----------------------------------|--|
| 55 mg/m ³ (50 PPM) | VLA (Valor Límite Ambiental) |
| 0,01% | Exposición durante varias horas sin efecto |
| 0,04 – 0,05 % | Exposición durante una hora sin efecto |
| 0,06 – 0,07 % | Produce efectos apreciables al cabo de una hora |
| 0,12 – 0,15 % | Efectos peligrosos al cabo de una hora |
| 165 mg/m ³ (1500 PPM) | IPVS (Inmediato peligro para la salud y la vida) |
| 0,40% | Mortal al cabo de una hora. |

En la tabla 2, se puede observar el grado de concentración del monóxido de carbono en el aire y sus efectos en la salud, esto depende del porcentaje y el tiempo de exposición al gas que reacciona en distintas áreas del cuerpo humano con daños leves reversibles o con daños graves permanentes.

2.3.4. Enfermedades causadas por el dióxido de carbono (CO₂).

La exposición al dióxido de carbono en concentraciones bajas puede causar dolor de cabeza, temblores, tintineo de los oídos, dificultad para respirar y mareo, a una exposición directa a este gas en concentraciones altas puede causar convulsiones, y la muerte. En caso de una intoxicación grave puede afectar al cerebro, producir cambios en la personalidad y daño a la visión.

Tabla 3. Concentración del gas en el aire y efectos en la salud.

| Concentración en el aire | Efecto fisiológico |
|-------------------------------------|---|
| 9000 mg/m ³ (5000 PPM) | VLA |
| 90000 mg/m ³ (50000 PPM) | IPVS |
| 5 - 6 % | Sensación de respiración forzada pero raramente se produce disnea. |
| Mayor al 10 % | Disnea, dolor de cabeza, sudoración, jadeo, parestesias y un sentimiento general de malestar. |

La tabla 3, representa los valores de dióxido de carbono en miligramos por metro cúbico, en partículas por millón y un porcentaje; donde cada valor tiene un efecto adverso en la salud humana.

2.3.5. Enfermedades causadas por el dióxido de azufre (SO₂).

A concentraciones bajas provoca el aumento de frecuencia respiratoria, aumento del pulso. Si alcanza concentraciones medias produce una irritación a los ojos, nariz, garganta, incrementa la crisis asmática y recrudece las alergias respiratorias, si la concentración aumenta a niveles altos sin importar el tiempo de exposición puede resultar fatal para el organismo produciendo o agravando ciertos procedimientos cardiovasculares.

Tabla 4. Concentración del gas en el aire y efectos en la salud.

| Concentración en el aire | Efecto fisiológico |
|--|---|
| 1,1 mg/m ³ (0,37 PPM) | No ejerce efecto alguno al cabo de dos horas sobre personas normales. |
| 2,1 mg/m ³ (0,75 PPM) | Efectos ligeros sobre las vías respiratorias, al cabo de 30 minutos. |
| 2,9 mg/m ³ (1 PPM) | Al cabo de 1 a 3 horas se produce cambio del flujo mucoso, nasal y de la sección cruzada del tracto nasal, mientras entre 10 y 30 minutos se produce aumento de resistencia pulmonar y de resistencia respiratoria. |
| 2,9 – 23 mg/m ³ (1 – 8 PPM) | Al cabo de 10 minutos se produce aumento de la velocidad de pulso, disminución del volumen de aspiración y aumento de velocidad respiratoria. |
| 5 mg/m ³ (2 PPM) | VLA |
| 260 mg/m ³ (100 PPM) | IPVS |
| 1040 mg/m ³ (400 PPM) | Edema pulmonar. |

La tabla4 es una representación de los diferente valores de dióxido de azufre, como se puede observar depende de la cantidad de gas y el tiempo de exposición para ocasionar una reacción en diferentes áreas de la salud humana.

2.3.6. Enfermedades causadas por dióxidos de nitrógeno (NO y NO₂).

Al exponerse a concentraciones bajas de estos óxidos de nitrógeno causa irritación de los ojos, nariz, garganta y causa sensación de falta de aliento. Al estar expuesto a estos óxidos puede causar acumulación de líquido en los pulmones de uno a dos días después. Si se expone a niveles altos produce dilatación en los tejidos, en la garganta y las vías respiratorias superiores, reduciendo de esta manera la oxigenación de los tejidos del cuerpo y produciendo acumulación de líquido en los pulmones y consecuentemente la muerte.

Tabla 5. Concentración del gas en el aire y efectos en la salud.

| Concentración en el aire | Efecto fisiológico |
|---------------------------------|--|
| 6 mg/m ³ (3 PPM) | VLA |
| 47 mg/m ³ (25 PPM) | Al cabo de 6 u 8 semanas de exposición bronquitis y bronconeumonía, con repercusión. |
| 94 mg/m ³ (50 PPM) | IPVS cabo de 6 u 8 semanas de exposición bronquitis neumonitis focal, con repercusión. |
| 282 mg/m ³ (150 PPM) | Al cabo de 3 o 5 semanas, bronquitis olitis obliterante fatal. |
| 564 mg/m ³ (300 PPM) | Al cabo de 2 o 10 días, bronconeumonía fatal. |
| 940 mg/m ³ (500 PPM) | Al cabo de 48 horas edema pulmonar agudo fatal. |

Teniendo en cuenta que se llaman óxidos de nitrógeno a NO y NO₂ siendo estos los compuestos más tóxicos se los denomina NO_x, en la tabla se puede relacionar el grado de concentración y sus diferentes reacciones que provocan en la salud de las personas que están directamente expuestas.

2.3.7. Enfermedades causadas por el ozono (O₃).

Este gas afecta a las vías respiratorias y la mucosa ya que produce falta de aire, afectando más a personas con enfermedades cardiovasculares que a personas que tengan problemas respiratorios. Dependiendo de la concentración y el tiempo de exposición puede causar diferentes efectos: tos, irritaciones en la faringe, irritaciones en el cuello, irritaciones en los ojos, dificultades respiratorias, garganta seca, disminución del rendimiento, empeoramiento de la función pulmonar, síntomas de malestar general: cansancio, dolor de cabeza, abatimiento. Esto depende de la capacidad de tolerancia a este gas de cada persona variando así sus efectos. Las personas que podrían resultar más afectadas son los enfermos del corazón y del pulmón, los niños, los asmáticos y la gente de edad avanzada.

2.3.8. Enfermedades causadas por el benceno (C₆H₆).

Estar expuestos al benceno puede causar la muerte, mientras que niveles altos pueden causar somnolencia, mareo, alucinaciones, aceleración del latido del corazón o taquicardia, dolores de cabeza, migrañas, temblores, tiritar, confusión y pérdida del conocimiento. Estar expuesto a este gas en un periodo largo se manifiesta en la sangre produciendo problemas en la médula de los huesos ocasionando un baja en el número de glóbulos rojos causando anemia, hemorragias y dañando el sistema inmunitario dando origen a enfermedades por inmunodepresión. El benceno es considerado un reconocido cancerígeno el cual puede ocasionar leucemia y cáncer de colon en una exposición de larga duración de este gas.

2.3.9. Enfermedades causadas por el formaldehído (HC₂O).

En concentraciones de 0.1 PPM o más provoca ojos llorosos, náuseas, tos, opresión en el pecho, jadeos, sarpullido, sensación de quemazón en

los ojos, nariz y garganta y otros efectos irritantes. El formaldehído ha demostrado ser cancerígeno, a partir de las 30 PPM puede ser fatal.

2.3.10. Enfermedades causadas por hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Estos hidrocarburos producen efectos tóxicos sobre la piel causando quemaduras, dermatitis. A una exposición prolongada puede observarse irritación en las vías aéreas superiores como bronquitis y tos crónica, en los ojos produce edema de párpados. Cáncer cutáneo, cáncer en las vías respiratorias y vejiga, leucemia.

2.4. Valores límites de concentración y exposición de los gases de escape diésel recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Tabla 6. Valores máximos de concentración de los gases recomendados por la OMS.

| Valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) | Nombre | Valor límite $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Tiempo promedio de muestreo | Frecuencia de excedencia permitida para el valor límite |
|--|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---|
| | Monóxido de carbono | 40000 | 1 Horas | Ninguna |
| | | 10000 | 8 Horas | |
| | Dióxido de azufre | 1500 | 3 Horas | Solo una vez por año |
| | | 400 | 24 Horas | |
| | | 80^6 | 1 Año | |
| | Dióxido de nitrógeno | 100 | 24 Horas | Ninguna |
| | Ozono | 200 | 1 Horas | Solo una vez por año |
| | Material particulado total | 250 | 24 Horas | Solo una vez por año |
| | | 80^6 | 1 Año | Ninguna |
| | Aldehídos como el formaldehído | 1.2 mg/m ³ 1 PPM | 8 Horas | Solo una vez por año |
| 2.5mg/m ³ | | | 15 Minutos | |
| 2PPM | | | | |

Esta tabla es una recopilación de los valores recomendados por la OMS para los gases más comunes y de mayor toxicidad que se encuentran en los gases de escape de un motor diésel, donde se puede apreciar el valor límite, su tiempo de exposición y la frecuencia de exposición a la que se debe someter una persona para no tener daños irreversibles en la salud.

2.4.1. Otros valores establecidos por distintas entidades de regulación.

Para el monóxido de carbono

- 8 horas 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual.
- 1 hora 30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no exceder en un año.
- Al respirar por 30 minutos un aire que contenga un 30% en volumen de CO puede ser mortal.
- El Distrito Metropolitano de Quito establece un límite de 250 mg/m^3 .

Para el dióxido de carbono

- Una concentración menor o igual a 0,25%
- 8 horas diarias 5000 PPM
- 15 minutos 15000 PPM

Para el dióxido de azufre

- 24 horas 365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no excederse en un año
- El Distrito Metropolitano de Quito establece un límite de 1650 mg/m^3 .

Para los óxidos de nitrógeno

- 1 hora 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no excederse en un año
- El Distrito Metropolitano de Quito establece un límite de 500 mg/m^3 .

Para el ozono

- 8 horas 0,2 mg/m³ o 0,1 PPM
- 15 minutos 0,6 mg/m³ o 0,3 PPM

Para aldehídos como el benceno

- 1PPM diaria
- 0,5 mg/lt.

Para hidrocarburos

- El Distrito Metropolitano de Quito establece un límite de 4000 mg/m³.

Para hidrocarburos aromáticos policíclicos.

- 1 mg/m³ diario

Para material particulado

- 0,10 g/km
- El Distrito Metropolitano de Quito establece un límite 150 mg/m³.

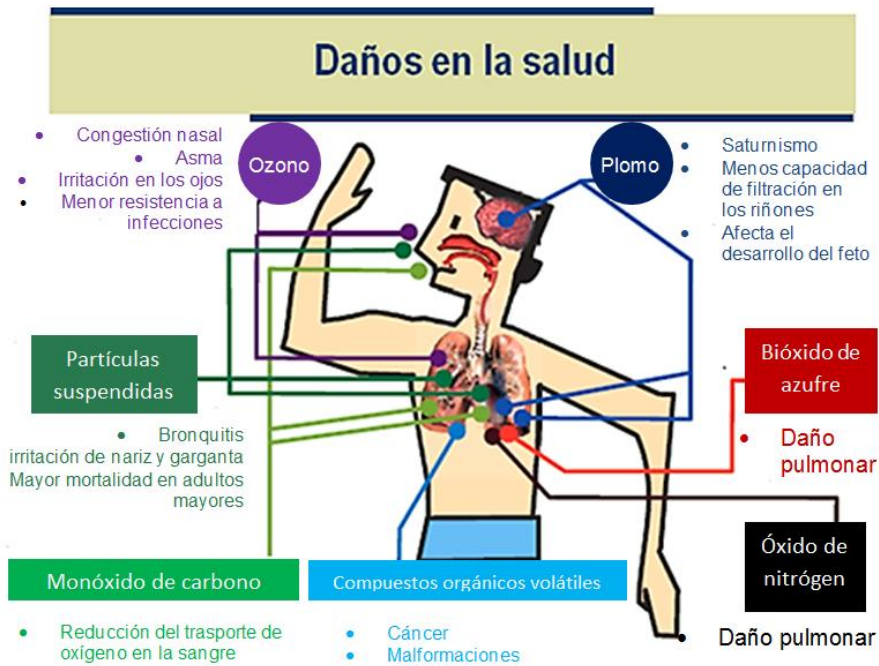


Figura 6. Daños de los gases contaminantes en la salud.
Fuente: (química, 2009)

2.5. Clasificación de los contaminantes en el aire.

Los contaminantes del aire se clasifican en contaminantes primarios y secundarios.

Contaminación primaria y secundaria



Figura 7. Fuentes de contaminantes primarios y secundarios.
Fuentes: (Temáticas, 2014)

2.5.1. Los contaminantes primarios.

Se consideran como contaminantes primarios aquellos que son producidos directamente de las fuentes de emisión. Como por ejemplo el Monóxido y Dióxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno, Óxidos de Azufre y la mayoría de Hidrocarburos.

2.5.2. Contaminantes secundarios.

Estos contaminantes son originados en el aire debido a relaciones complejas en la atmósfera teniendo como componente primario el oxígeno, la radiación solar e interacciones entre dos o más componentes primarios, también pueden originarse por reacciones entre los ácidos sulfúrico ácido de nitrógeno y azufre que se encuentra en la atmósfera.

Los Óxidos de Nitrógeno y Azufre, reaccionan con el vapor de agua presente en la atmósfera generando los 2 principales componentes de lo que se denomina la lluvia ácida.

2.5.3. Efectos en el ambiente.

Las emisiones de los gases de escape de un motor diésel además de causar enfermedades en los seres vivos, contamina la atmósfera con material particulado siendo este el principal causante del calentamiento global, los cambios climáticos y las lluvias ácidas.

2.5.4. Calentamiento global.

Este fenómeno es producido por el aumento de la concentración de los gases de invernadero en la atmósfera entre los más importantes están el dióxido de carbono, vapor de agua, los compuestos hidrocarbonados y el metano, esto se debe al incremento del consumo de energía, la actividad

agrícola, e industrial. Este aumento de temperatura trae consigo un cambio climático global.

2.5.5. El efecto invernadero

Para que no haya un calentamiento excesivo de la superficie terrestre, la tierra tiene que liberar la misma cantidad de calor que absorbe del sol. La energía solar llega a la tierra en forma de radiación de onda corta, parte de esta energía es repelida por la superficie de la tierra y la atmósfera, sin embargo la mayor parte pasa a calentar la superficie terrestre y esta se desprende enviándola al espacio en forma de radiación infrarroja de onda larga. Por otro lado los gases que existen en la atmósfera absorben gran parte de la radiación infrarroja que emite la tierra impidiendo que pase directamente al espacio, también existen procesos propios de la atmósfera tales como la evaporación, la formación de las nubes y las lluvias que transportan dicha energía al espacio.

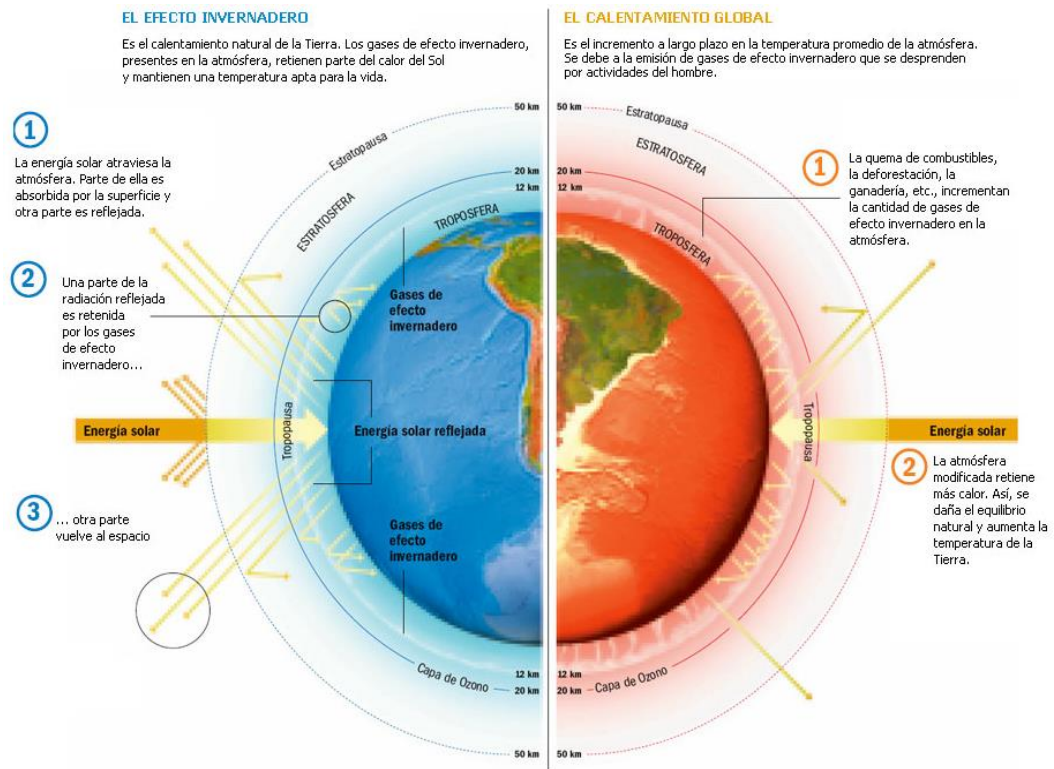


Figura 8. El calentamiento global y el efecto invernadero.
Fuente: (Ricart, 2013)

2.5.6. Lluvia ácida

Se conoce como lluvia ácida al aumento de sedimentación húmeda seca que contienen cantidades por encima de lo normal de ácido nítrico y ácido sulfúrico. Teniendo en cuenta que los gases que forman la lluvia ácida son generados de forma natural por los volcanes, por la materia en descomposición y de forma artificial por emisiones de dióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno que provienen de los gases de escape de los motores diésel.

La lluvia ácida se forma por la reacción que se da lugar en la atmósfera con el agua y el oxígeno que reaccionan con los gases y forman distintos ácidos que llegan a la superficie terrestre con las lluvias.

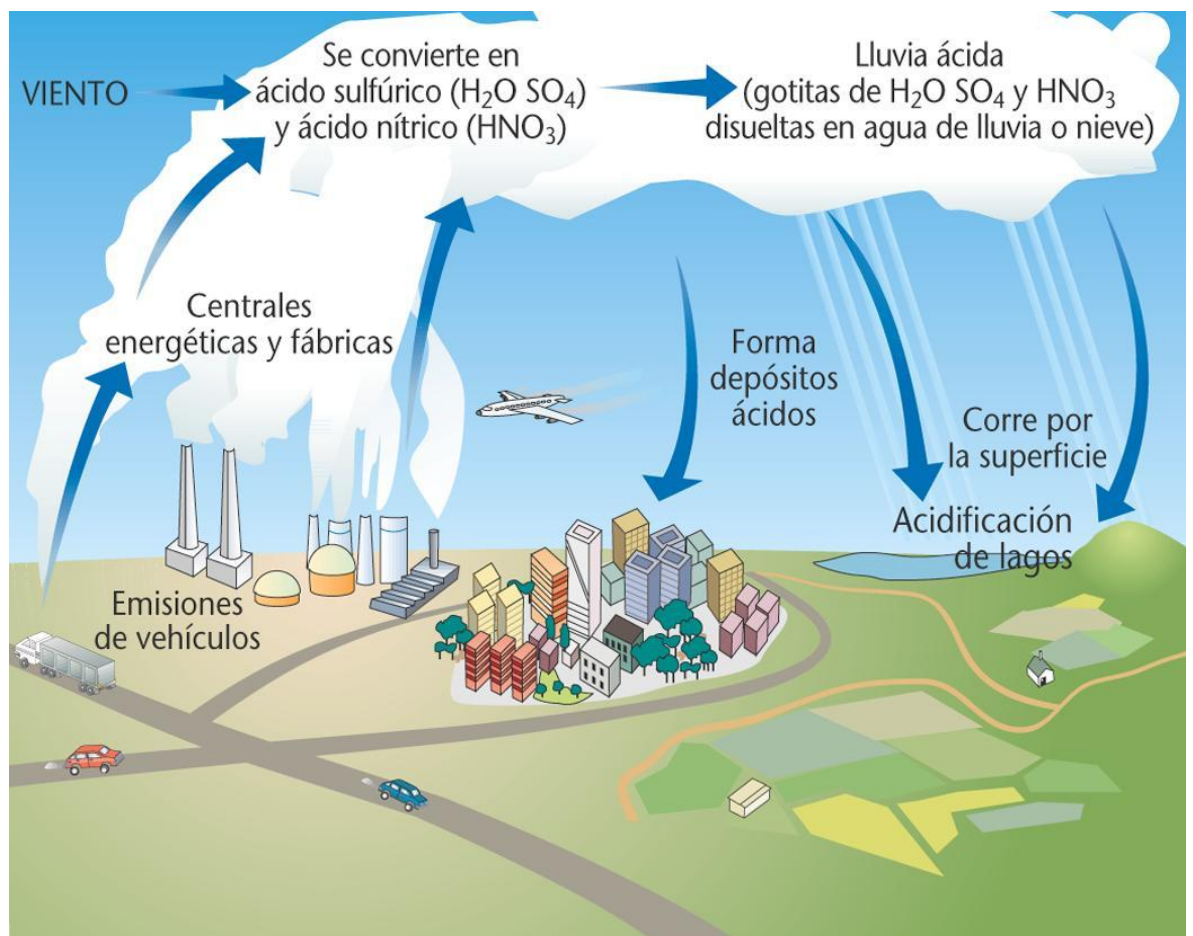


Figura 9. Reacción de los gases y la formación de la lluvia ácida.

Fuente: (colombres, 2014)

2.6. Normas INEN de seguridad en un taller automotriz.

2.6.1. Norma NTE. INEN 2239 (2000). Accesibilidad de las personas al medio físico, señalización.

Esta norma se hace referencia a la señalización del ambiente de trabajo estas pueden ser señales visuales, sonoras, táctiles, estas señales tienen que ser visibles y escucharse con claridad, haciendo referencia a las características de las distintas señales utilizadas para dar información dentro del taller.

2.6.2. Norma NTE. INEN 0439 (1984). Colores, señales y símbolos de seguridad.

Esta norma establece los colores, señales y símbolos de seguridad para la prevención de accidentes y peligro tanto a la integridad física y la salud.

- Dentro de las normas INEN se hace referencia a las dimensiones de los locales de trabajo que deberán permitir realizar los trabajos sin riesgos para la seguridad y la salud en condiciones ergonómicas aceptables.
- Referente a los suelos deberán ser fijos, estables sin pendientes ni irregularidades peligrosas, tienen que ser resistentes a la capacidad de carga ser anti deslizantes y resistente a los productos químicos.

2.6.3. Seguridad industrial.

Se trata de leyes reglamentos creados para la protección de los trabajadores, las entidades que regulan y hacen cumplir las imposiciones son la Organización Mundial de la Salud y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social con su departamento de Consejo Ecuatoriano de Seguridad Industrial.

2.6.4. La fatiga laboral.

La fatiga laboral es un factor inherente al proceso salud enfermedad que se origina en un organismo que ha sufrido un desgaste de energía y consumo de oxígeno por encima de lo normal que ocasiona una sensación de malestar y pérdida de la capacidad funcional debido al trabajo o a las condiciones en el que este se realice.

La fatiga laboral y la calidad del ambiente donde se realiza el trabajo están en una relación proporcional, tanto que la temperatura, la velocidad del viento y la humedad relativa si no están dentro de los límites permitidos para un taller automotriz, contribuyen a generar fatiga laboral en los trabajadores.(Arellano, 2013)

2.6.5. La ergonomía en el trabajo.

La Ergonomía es una disciplina científico-técnica que tiene por objetivo el hacer que el trabajo sea lo más eficaz y cómodo posible. Por ello, la ergonomía estudia el espacio físico de trabajo, ambiente térmico, ruidos, vibraciones, posturas de trabajo, desgaste energético, carga mental, fatiga nerviosa, carga de trabajo, y todo aquello que pueda poner en peligro la salud del trabajador y su equilibrio psicológico y nervioso. En definitiva, se ocupa del confort del individuo en su trabajo.(Murcia, 2010)

2.6.6. Concepto de normas de seguridad industrial.

Se entiende como normas al conjunto de medidas que tienen como objetivo proteger la salud de todos, prevenir accidentes y el cuidado de la herramienta de trabajo. Estas normas son un conjunto de prácticas y actitudes de sentido común, la clave del éxito de estas prácticas es la actitud responsable y la concientización de todos los trabajadores del taller.

Entre las cuales se encuentra:

- Dejar la herramienta en su lugar.
- Utilizar casco, lentes y zapatos especiales.
- Utilizar ropa adecuada para el lugar.
- Las máquinas de corte tienen que tener sus seguros.
- Todos los toma corrientes requieren tener un seguro o una caja para cada cierta cantidad de tomas.
- Señalización.

3. Equipo de protección personal

El equipo de protección personal son los dispositivos, accesorios y ropa que el trabajador emplea para proteger su integridad física y su salud contra posibles lesiones, se los utiliza cuando los peligros no han podido ser eliminados por completo por otros medios, estos equipos deben cumplir los siguientes requisitos:

- Deben brindar confort y su peso no debe influenciar al rendimiento del trabajador
- No debe restringir los movimientos.
- Debe ser durable y si es necesario debe repararse dentro de la empresa.
- Debe ser construido de acuerdo a las normas de construcción.
- Debe tener una apariencia atractiva.

2.9. Clasificación del equipo de protección personal necesario utilizar dentro de un taller automotriz.

2.9.1. Protección para la cabeza.

Es recomendable el uso de casco dentro del área de trabajo, este casco está hecho de un material de alto impacto que no se rompe con el impacto, ayudando a desviar los objetos que caen y brindando seguridad al trabajador.

2.9.2. Protección para las manos.

Se recomienda el uso de guantes ya que la protección de las manos es de mucha importancia y esta varía según la tarea que se realiza, se debe tener en cuenta que los guantes deben ser amplios para poder retirar de prisa en caso de quedar atrapados.

2.9.3. Protección de los pies.

Es de mucha importancia el uso de zapatos con punta de acero y planta anti deslizante dentro del taller automotriz, por razones como presencia de superficies deslizantes, por lesiones por objetos pesados o por objetos filosos o punzantes que pongan en peligro las plantas de los pies.

2.9.4. Protección corporal.

Dependiendo de la actividad a desempeñar se requiere tener la ropa adecuada, para proteger el cuerpo de las quemaduras, la radiación en caso de soldadura o de sustancias como el aceite y grasas.

2.9.5. Protección para los oídos.

Dentro del taller mecánico se opera máquinas con motor, producto de esto se genera ruido excesivo que puede ser perjudicial para la salud de

quienes trabajan dentro del taller, la protección de los oídos y el producto a utilizar depende de los decibeles alcanzados por el ruido.

2.9.6. Protección para los ojos.

Es de vital importancia traer protección en los ojos dentro de toda planta de trabajo, siendo los ojos un órgano sensible que puede ser afectado por partículas de polvo, limallas, entre otras se recomienda el uso de gafas de seguridad que pueden ser de vidrio o plástico.

2.9.7. Protección respiratoria.

Para esto es recomendable el uso de respiradores los cuales brindan seguridad y confort a la persona que lo usa, estos respiradores cuentan con un filtro que impide el paso de partículas y gases que pueden afectar la salud del trabajador.

2.10. Temperatura, humedad y ventilación.

Teniendo en cuenta el ambiente de los talleres donde se desarrollan tareas específicas de precisión no debe ser una molestia debido a las altas temperaturas, humedad excesiva, cambios bruscos de temperatura o malos olores y mucho menos debe de presentar un riesgo para la seguridad y la salud laboral.

Temperatura.

La temperatura es una variable que afecta al rendimiento físico, mental, al estado de ánimo, aumenta la agresividad y trae consigo la producción de errores producto de la desconcentración o fatiga. Siendo esta una variable que se puede controlar a nuestro beneficio y brindar un ambiente de confort para el desarrollo óptimo de las actividades.

La temperatura óptima de trabajo dentro de un taller no debe excederse de los límites establecidos según el entorno exterior y las actividades realizadas en el taller, que suelen ser entre 17 y 27 °C para controlar esta temperatura se cuenta con los extractores eólicos.

Humedad.

Se entiende por humedad a la concentración de agua o de vapor de agua en un determinado sitio, la humedad del aire es un factor que sirve para evaluar la comodidad térmica de un entorno en el que se desenvuelven las actividades, y es considerada como la calidad del aire para evaporar la humedad de la piel por la transpiración, dentro de los valores óptimos de humedad se tiene desde un 30% a un 70% de humedad relativa para que el ambiente sea adecuado para realizar trabajos y brinde un confort a los trabajadores.

Ventilación.

Todo lugar de trabajo necesita ventilarse ya sea de forma natural o de forma artificial, esto se debe a que el ambiente de trabajo tiene que estar dentro de los parámetros ambientales. La ventilación de un área de trabajo tiene como objetivos mantener el oxígeno necesario para el desarrollo de la vida mediante aire fresco del exterior y abatir la contaminación del ambiente que es causada por el polvo, dióxidos de carbono, olores corporales y por gases producto de la actividad industrial que realizan.

Sin embargo los requerimientos para abastecer de oxígeno a una persona son menores a los que se necesitan para eliminar la contaminación. Una persona sentada requiere aproximadamente 0.15 litros/segundo/persona de aire fresco mientras que para eliminar los olores y el dióxido de carbono se necesitan aproximadamente 5 litros de aire fresco/segundo.(A., 2011)

Los requerimientos en forma general para una buena ventilación dependen de los siguientes factores:

- Número de personas que ocupan el área.
- Condiciones interiores del ambiente físico del local (temperatura del aire, humedad, temperatura radiante).
- Condiciones climáticas exteriores.
- Tipo de actividad realizada en las áreas que requieren ser ventiladas y
- Grado de contaminación de las mismas.

En talleres u oficinas se recomienda suministrar un volumen de aire fresco de 8 litros/segundo/ocupante o 0.8 litros/segundo/m² de superficie de piso. Este requerimiento no debe ser inferior a un total de 0.6 renovaciones/hora.

2.11. Equipos de extracción.

Clasificación de los extractores eléctricos

Los ventiladores se clasifican de diferentes maneras teniendo en cuenta las características y su adaptación es muy común que un tipo de ventilador forme parte de distintos grupos de clasificación.

Por su función, ventiladores con envolvente

- Ventiladores murales.
- Ventiladores de chorro

Suele ser tubular. A su vez pueden ser:

- Impulsores: Entrada libre, salida entubada.
- Extractores: Entrada entubada, descarga libre.
- Impulsores-Extractores: Entrada y salida entubadas

Por la trayectoria del aire.

- Ventiladores centrífugos.
- Ventiladores aciales
- Ventiladores transversales
- Ventiladores hélicocentrífugos.

Por su presión.

- De baja presión
- De media presión
- De alta presión

Por las condiciones de funcionamiento

- Ventiladores estándar.
- Ventiladores especiales.

Por su sistema de accionamiento

- Directo
- Por transmisión

2.12. Clasificación de los extractores eólicos.

- Extractores tipo hongo
- Extractores helicoidales
- Extractores eólicos

2.13. El extractor eólico.

Su funcionamiento es básicamente aprovechar la energía del viento y crear una diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del local

ventilado, el extractor eólico es un dispositivo que se acciona con el viento y produce una depresión que se combina con entradas de aire para realizar el intercambio de forma permanente, si no hay suficiente corriente de aire los extractores siguen funcionando por la diferencia de temperatura del ambiente interno y externo teniendo un funcionamiento continuo.

De esta manera el ambiente interno del taller se verá renovado y libre de contaminación, olores y una temperatura adecuada para el confort de los que realizan actividades dentro de las instalaciones, teniendo en cuenta que la calidad del aire se establece de distintas maneras como considerando las actividades que se realiza dentro del taller, el número de personas que laboran en el taller y su actividad física o calor corporal de las mismas.

De esta manera se puede determinar el número de equipos que se van a implementar en el taller de motores diésel de la Universidad Técnica del Norte, a continuación se presentará el cálculo de las renovaciones hora necesarias para brindar un ambiente adecuado dentro del taller y con esto la justificación del uso de los extractores eólicos en dicho taller.

2.14. Caudal necesario m³/h.

La determinación del aire que hay que extraer o hay que introducir depende del uso al que está destinado el local, un parámetro importante para determinar la cantidad de aire es el número de renovaciones según la norma DIN 1946. Las dimensiones del taller y la velocidad del aire.

Para estos cálculos se procede.

- Número de renovaciones según la norma DIN 1946 es de 10 a 14 r/h.
- Dimensiones del local a ventilar 12m de ancho x 18m de largo x 7m de alto dando un volumen total de 1512m³.

- Número de equipos a utilizar, para saber la cantidad de equipos se procede de la siguiente manera.

El caudal necesario será $1512\text{m}^3 \times 12 \text{ renovaciones/hora} = 18144 \text{ m}^3/\text{h}$. En este caso se hace con 12 renovaciones siendo esta una medida ya que en el taller a ventilar no brinda un uso constante y extenso de tareas mecánicas.

- La velocidad del viento en la zona ubicada el taller es de una media de 3,4 m/s o 12.24 Km/h por lo tanto el caudal que brinda los extractores es de $5733.5 \text{ m}^3/\text{h}$ aproximadamente dato que se obtiene mediante interpolación lineal de la siguiente tabla.

Tabla 7 Tabla de rendimientos aproximados en m3/h

| Modelo del extractor | Velocidad del viento | | | | | | |
|----------------------|----------------------|--------------|--------------|--------|-----------|-----------|-----------|
| | 5Km/h | 10Km/h | 15Km/h | 20Km/h | 25Km/h | 30Km/h | 35Km/h |
| ECO 30 | 3.699 | 6.550 | 9.150 | 11.598 | 13.941 | 16.201 | 18.396 |
| ECO 24 | 2.749 | 4.868 | 6.800 | 8.620 | 10.360 | 12.041 | 13.672 |
| ECO 16 | 1.063 | 2.389 | 3.965 | 5.026 | 6.041 | 7.021 | 7.973 |
| ECO 12 | 1.093 | 1.936 | 2.704 | 3.428 | No | No | No |
| | | | | | Aplicable | Aplicable | Aplicable |
| ECO 8 | 637 | 1.129 | 1.577 | 1.999 | No | No | No |
| | | | | | Aplicable | Aplicable | Aplicable |
| ECO 6 | 434 | 770 | 1.075 | 1.363 | No | No | No |
| | | | | | Aplicable | Aplicable | Aplicable |
| ECO 5 | 341 | 604 | 844 | 1.070 | No | No | No |
| | | | | | Aplicable | Aplicable | Aplicable |
| ECO 4 | 253 | 449 | 627 | 795 | No | No | No |
| | | | | | Aplicable | Aplicable | Aplicable |

Fuente:(Ariza, 2011).

Fórmula de interpolación lineal.

$$Q_x = Q_1 + \frac{Q_2 - Q_1}{v_2 - v_1} \cdot (v_x - v_1)$$

Datos

$$v_1 = 10 \text{ km/h}$$

$$v_2 = 15 \text{ km/h}$$

$$Q_1 = 4868 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_2 = 6800 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$v_x = 12,24 \text{ km/h}$$

Reemplazando datos.

$$Q_x = 4868 + \frac{6800 - 4868}{15 - 10} x(12,24 - 10)$$

$$Q_x = 5733,536 \text{ m}^3/\text{h}$$

El número de extractores eólicos requeridos según el estudio técnico realizado es de $18144 \text{ m}^3/\text{h} \div 5733.536 \text{ m}^3/\text{h} = 3.16$ unidades, lo que indica que se tiene que colocar 4 extractores eólicos, si se colocara solo 3 extractores no serían suficientes ya que el en taller podrían aumentar la cantidad de fuentes de contaminación y no abastecerían, además tomando en cuenta el margen de error de un 10% da una cantidad de extractores de 3.48 unidades.

2.15. Glosario de términos.

Acre: Áspero y picante al gusto y al olfato, como el sabor y el olor del ajo, del fósforo,

Aldehído: Cada uno de los compuestos orgánicos ternarios que se forman como primeros productos de la oxidación de ciertos alcoholes. Se

utilizan en la industria y en los laboratorios químicos por sus propiedades reductoras.(Española, 2014)

Antropogénicas: De origen humano o derivado de la actividad del hombre.

Biomasa: Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía. (Española, 2014)

Cardiovascular: Pertenece o relativo al corazón o al aparato circulatorio.

Disnea: Dificultad de respirar.(Española, 2014)

Formaldehído: El formaldehído o metanal es un compuesto químico, más específicamente un aldehído (el más simple de ellos) altamente volátil y muy inflamable, de fórmula $H_2C=O$. Se obtiene por oxidación catalítica del alcohol metílico. En condiciones normales de presión y temperatura es un gas incoloro, de un olor penetrante, muy soluble en agua y en ésteres.

Fotolítico: Descomposición de sustancias químicas por la luz.

Fotoquímicas: Parte de la química que estudia la interacción de las radiaciones luminosas y las moléculas, así como los cambios físicos y químicos que resultan de ella.

Fotosintético, ca. Pertenece o relativo a la fotosíntesis. Proceso fotosintético.

Hemoglobina: Proteína de la sangre, de color rojo característico, que transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta los tejidos.

Humedad relativa: La humedad relativa de una masa de aire es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene y la que tendría

si estuviera completamente saturada; así cuanto más se aproxima el valor de la humedad relativa al 100% más húmedo está.

Inmunodepresión: Fuerte disminución de la respuesta inmunitaria de un organismo.

Jadeo: Respirar anhelosamente por efecto de algún trabajo o ejercicio impetuoso.

Metánicos: Pertenece o relativo a metálicos.

Nucleación: La nucleación es la primera etapa de un cambio de fase, donde se generan pequeñas superficies de fase distinta a la existente, llamadas núcleos. Estos núcleos crecen hasta alcanzar un tamaño crítico. El cambio de fase que se produce durante el proceso puede ser la formación de gas o cristal a partir de un líquido.

Parestesia: Sensación o conjunto de sensaciones anormales, y especialmente hormigueo, adormecimiento o ardor que experimentan en la piel ciertos enfermos del sistema nervioso o circulatorio.

Pirolisis: Descomposición de un compuesto químico por acción del calor.

Policíclico: Dicho de una molécula: Que posee varios anillos o cadenas cerradas de átomos de carbono.

Taquicardia: Frecuencia excesiva del ritmo de las contracciones cardíacas.

CAPÍTULO III

2. Metodología de la investigación.

3.1. Tipo de Investigación.

La investigación que se llevará a cabo es de naturaleza bibliográfica y tecnológica.

3.1.1. Bibliográfica.

La investigación bibliográfica se utilizará como un proceso sistemático y secuencial de recolección de información que garantizará la calidad de los fundamentos teóricos de la investigación ya que esta información se ocupará en el desarrollo del marco teórico.

3.1.2. Tecnológica.

Este método se utilizará al momento de instalar los extractores eólicos, ya que se requiere de conocimiento técnico, y una investigación previa, en la que se ahorrará tiempo y se optimizará el proceso de instalación.

Se apoyará por medio de:

3.2. Método.

3.2.1. Teórico.

a) Analítico

Analizar los diferentes equipos y materiales, para disminuir los posibles riesgos existentes en la colocación de estos dispositivos.

CAPÍTULO IV

4. Propuesta

4.1. Proceso y comparaciones.

4.1.1. Estado del taller.

El área del taller a estudiar presenta una ventilación natural, a esto se suma el estado de las ventanas que en su gran mayoría se encuentran sin vidrios, permitiendo el ingreso de polvo que se acumula en los motores y maquetas poniendo en riesgo el buen funcionamiento de las mismas, con respecto a las actividades realizadas dentro del taller la ventilación existente no brinda un ambiente saludable al personal que labora dentro del taller, se toma la decisión de implementar la ventilación forzada teniendo en cuenta los siguientes aspectos.

- La ventilación existente no brinda un ambiente saludable y confortable para el desarrollo de las actividades.
- No existe una evacuación correcta de gases.
- La temperatura del ambiente interno no es la adecuada.
- Por una incorrecta ventilación la humedad dentro del taller está deteriorando la maquinaria y herramientas que se almacenan dentro del taller.

En la imagen se puede evidenciar el estado de las ventanas donde era necesario cambiar los vidrios y reemplazar las mallas por vidrios, con el objetivo de impermeabilizar el taller e impedir el ingreso de polvo el cual causa daños en diferentes aspectos afectando de manera directa la salud de los estudiante que realizan prácticas, y acumulándose en las maquetas

y motores comprometiendo su correcto funcionamiento e influyendo en su vida útil.



Figura 10. Estado de las ventanas.

Las dimensiones del taller son importante saber para realizar este trabajo, con estas medidas se puede calcular el volumen del taller, el número de renovaciones, el número de extractores que serán necesarios colocar para poder renovar el aire interior y brindar a los estudiantes que realizan prácticas dentro del taller un ambiente saludable y confortable.

Tabla 8. Área y volumen del taller.

Taller

| Lados | Medidas | Área m² | Volumen m³ |
|---------------|----------------|---------------------------|------------------------------|
| <i>Largo</i> | 18 m | 216 m ² | 1512 m ³ |
| <i>Ancho</i> | 12 m | | |
| <i>Altura</i> | 7 m | | |

4.1.2. Estado de las maquetas.

Si se hace referencia al estado de las maquetas que se encuentran en el interior del taller, se puede observar claramente la presencia de polvo en sus cubiertas y el deterioro por la presencia de humedad siendo esto un

problema que afecta a la vida útil de las maquetas y herramientas que se almacenan dentro del taller.



Figura 11. Maquetas con polvo.

4.1.3. Mediciones

Temperatura

La temperatura es un factor que influye en la salud de quienes trabajan en lugares donde existen temperaturas excesivas con respecto a las actividades para lo que fueron construidos como es el caso del taller de motores diésel donde los estudiantes realizan prácticas, causando en ellos fatiga, sudoración, poca concentración y un bajo desempeño al momento de realizar las actividades.

Velocidad del viento.

Las mediciones se realizaron con la ayuda de un anemómetro este aparato registra la velocidad del viento y la temperatura. Se hicieron mediciones en el interior y exterior del taller, las mediciones realizadas en el exterior sirvieron para poder establecer una medida y tener una referencia para de esta manera escoger el sistema de ventilación forzada más adecuado de acuerdo a las características que brinda el ambiente

exterior donde se encuentra ubicado el taller, las mediciones tomadas en el interior del taller sirvieron para poder realizar una comparación del antes y el después de haber colocado los extractores y poder evidenciar el aumento de corrientes de aire fresco.

Tabla 9. Mediciones de la velocidad del viento.

Datos de cómo estaba el taller

Velocidad del viento m/s

| <i>Interior</i> | | <i>Exterior</i> |
|-----------------|--------------|-----------------|
| <i>Hora</i> | <i>Antes</i> | |
| <i>4:26 PM</i> | 0.9 | 3.3 |
| <i>4:28 PM</i> | 0.8 | 2.2 |
| <i>4:40 PM</i> | 0.1 | 2.5 |
| <i>4:44 PM</i> | 1 | 3.7 |
| <i>5:00 PM</i> | 0.7 | 3.1 |
| <i>5:15 PM</i> | 0.5 | 3 |

En la tabla 2 se puede ver la comparación de la velocidad del viento con respecto al antes y después de haber instalado los extractores eólicos.



Figura 12. Anemómetro donde registra la velocidad del viento y la temperatura.

Humedad relativa

Es un factor que afecta a la ergonomía del lugar de trabajo, entendiendo por humedad a la capacidad del aire de absorber la humedad del cuerpo por la transpiración, también sirve como factor para evaluar los valores óptimos de humedad dentro del taller.

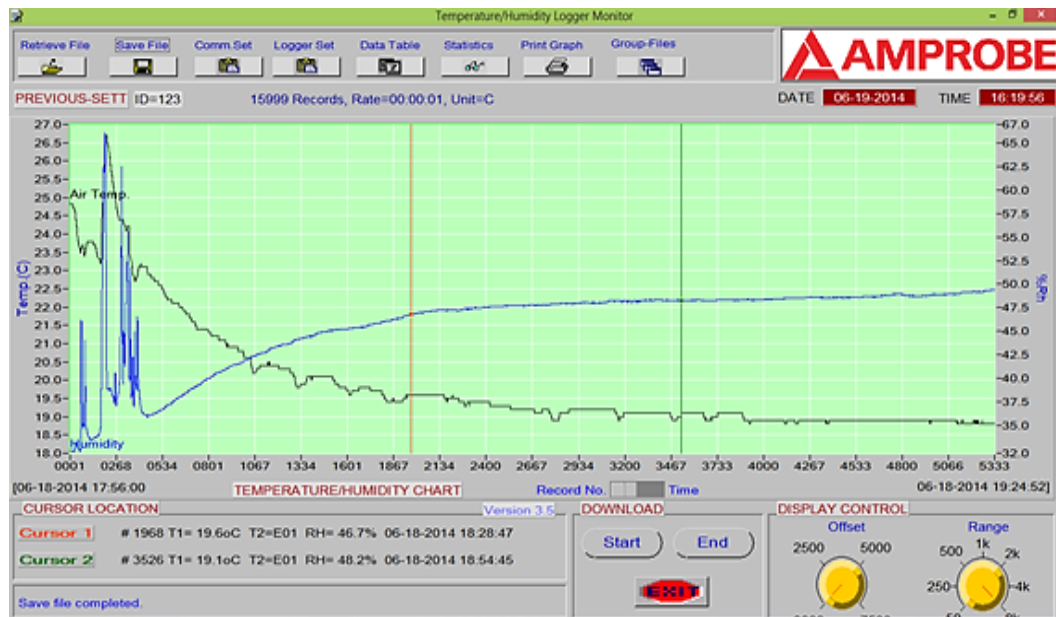


Figura 13. Gráfica de la humedad relativa y temperatura tomadas del data logger.

En la imagen se puede seguir la línea negra que representa la temperatura dentro del taller versus el tiempo, y la línea azul que representa la humedad relativa versus el tiempo. Donde se tiene una temperatura máxima de 26.5 C^0 y una mínima de 19 C^0 y un porcentaje máximo de humedad relativa 65% y un mínimo de 32%.

4.1.4. Colocación de vidrios.

Es necesario reemplazar los vidrios rotos y las mallas con el objetivo de impermeabilizar el interior del taller, impidiendo el ingreso de polvo y brindar un ambiente adecuado para el óptimo funcionamiento de los

extractores. Con consecuencias favorables para la salud de los estudiantes que realizan prácticas dentro del taller

El proceso con que se realizó fue sencillo, procediendo a retirar los cristales rotos y restos de pegamento, lo mismo con las mallas, limpiando los ángulos para poder colocar los cristales nuevos fijándolos con silicón de esta manera se logra una impermeabilización completa del interior del taller logrando este resultado.



Figura 14. Ventanales con todos los vidrios colocados.

4.1.5. Proceso.

Cálculo del volumen del taller

Para obtener el volumen del taller se realiza las mediciones de sus lados y su altura, datos necesarios para poder determinar el volumen, resultado que servirá posteriormente para elegir el diámetro y la cantidad de extractores que se debe colocar para tener un ambiente saludable y confortable en el interior del taller.

Tabla 10. Dimensiones del taller.

Medidas del taller en estudio

| <i>Datos</i> | <i>Longitud</i> | <i>Símbolo</i> |
|---------------|-----------------|----------------|
| <i>Ancho</i> | 12 m | A |
| <i>Largo</i> | 18 m | L |
| <i>Altura</i> | 7 m | H |

$$V = l \cdot a \cdot h$$

$$V = 12\text{m} \cdot 18\text{m} \cdot 7\text{m}$$

$$V = 1512\text{m}^3$$

Cálculo del volumen a renovar

Para saber que volumen se va a renovar se procede teniendo en cuenta los datos sugeridos por la norma DIN 1946 que sugiere para un taller automotriz se requiere un promedio de 12 renovaciones hora.

Volumen a renovar = a volumen del taller x número de renovaciones.

$$V_r = V \cdot rh$$

Volumen a renovar

$$V_r = 1512\text{m}^3 \cdot 12rh$$

Volumen a renovar

$$V_r = 18144\text{m}^3$$

**Tabla 11. Datos sugeridos según la norma DIN 1946.
 RENOVACIONES DE AIRE POR HORA RECOMENDADAS SEGÚN LA
 NORMA DIN 1946**

| TIPO DE LOCAL | RENOVACIONES POR HORA SUGERIDAS |
|---|--|
| <i>Salas de juntas</i> | 5 a 8 x hr |
| <i>Salones de baile</i> | 6 a 8 x hr |
| <i>Talleres de máquinas</i> | 5 a 13 x hr |
| <i>Talleres de pintura</i> | 40 a 60 x hr |
| <i>Talleres automotrices</i> | 6 a 15 x hr |
| <i>Talleres de trabajo con madera</i> | 10 a 15 x hr |

Cálculo del número de extractores que serán necesarios utilizar

Para poder saber qué cantidad de extractores son necesarios utilizar en el taller se ha decidido utilizar extractores de 24" pulgadas de base que tienen la capacidad de extraer un caudal de 5733.5 m³/h.

Número de extractores = volumen a renovar / capacidad de extracción de un extractor.

$$\#extractores = \frac{18144m^3}{5733,536m^3/h}$$

$$\#extractores = 3.16$$

Según los resultados obtenidos en los anteriores cálculos se necesitarán 4 extractores de 24” pulgadas de base que se instalarán en el taller.

4.1.6. Instalación del sistema de ventilación forzada con extractores eólicos.

Luego de realizar los respectivos cálculos los resultados indican que la mejor opción es colocar cuatro extractores de 24” pulgadas de base, para lo cual se procede a instalar los extractores, teniendo en cuenta la seguridad del personal se utiliza líneas de vida y arneses. La ubicación idónea de los extractores en la cubierta se determina tomando en cuenta los siguientes aspectos.

- La velocidad del viento, teniendo la mayor velocidad en parte alta de la cubierta.
- Los extractores se colocaran en la parte más alta del taller, debido a que los gases calientes contaminados pierden densidad y tienden a ocupar la parte superior del lugar que los contiene permitiendo ser evacuados con mayor facilidad por los extractores.



Figura 15. Instalación de los extractores en la cubierta del taller.



Figura 16. Vista interna superior de los extractores.

4.1.7. Mediciones de humedad relativa, velocidad del viento y temperatura.

Con la ayuda de un anemómetro y un data logger digital TR200-A, se procede a tomar mediciones para poder comparar los datos del antes y después de colocar los extractores y poder evidenciar la mejor realizada en el ambiente dentro del taller, teniendo una consecuencia favorable para la salud de los estudiantes, sabiendo a ciencia cierta que el taller generaba gases tóxicos producto de la combustión de los motores diésel y del polvo que ingresaba desde el exterior.

Las mediciones se hicieron en un periodo de 10 días laborables, tomando 10 datos por día durante 10 minutos, un dato por minuto, los cuales fueron promediados diariamente y la suma de los promedios diarios fueron divididos para sacar el promedio general que se observa en las tablas.

Tabla 12. Promedios generales sin extractores.

PROMEDIOS GENERALES SIN EXTRACTORES

| <i>Velocidad del viento</i> | Temperatura | Humedad relativa |
|-----------------------------|-------------|------------------|
| 0,39 m/s | 22,27 °C | 56,43% |

Tabla 13. Promedios generales con extractores.

PROMEDIOS GENERALES CON EXTRACTORES

| Velocidad del viento | Temperatura | Humedad relativa |
|----------------------|-------------|------------------|
| 1,5m/s | 21,15 °C | 38,99% |

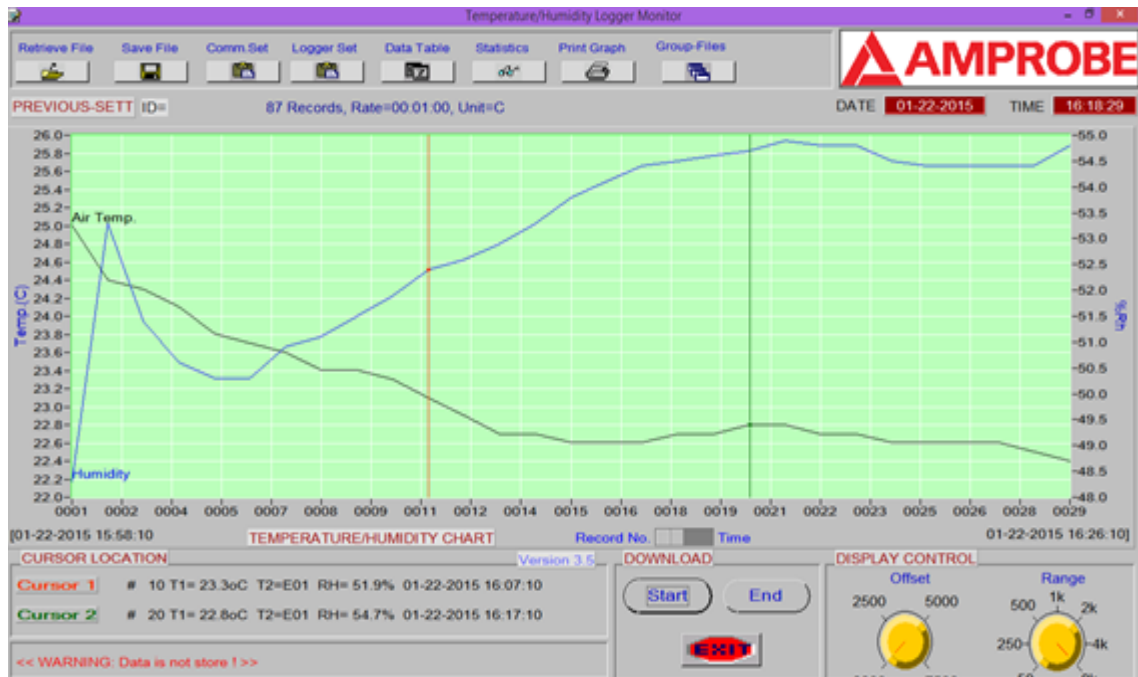


Figura 17. Gráfica de la humedad relativa y temperatura tomadas del data logger.

En la gráfica se puede evidenciar la línea negra que representa la temperatura versus el tiempo dentro del taller ya colocados los extractores donde indica una temperatura máxima de 25C⁰ y una mínima de 22.4C⁰ mientras la línea azul indica la humedad relativa versus el tiempo donde marca una máxima de 53.5% y una mínima de 48.5%.

4.1.8. Comparación de resultados.

Para realizar la comparación de los resultados se procede a nivelar los datos diarios, en un promedio general tanto de los datos recogidos dentro del taller sin haber instalado los extractores y aplicando el mismo proceso a los datos recogidos luego de haber instalado los extractores de las

siguientes variables: Temperatura, velocidad del viento y humedad relativa, pudiendo determinar de esta forma el porcentaje de mejora del ambiente interior del taller mediante una regla de tres simple.

- La velocidad del viento dentro del taller tiene un promedio de 0,39 m/s sin extractores y un promedio de 1.5 m/s con extractores.

$$\frac{(\text{promedio actual} - \text{promedio anterior}) \times 100}{\text{promedio actual}} = \% \text{ de mejora}$$

$$\frac{(1.5 - 0.39) \times 100}{1.5} = 74\%$$

74%

- La temperatura dentro del taller tiene un promedio de 22,27 °C sin extractores y un promedio de 21,15 °C con extractores.

$$\frac{(\text{promedio actual} - \text{promedio anterior}) \times 100}{\text{promedio actual}} = \% \text{ de mejora}$$

$$\frac{(22.27 - 21.15) \times 100}{22.27} = 5.03\%$$

5.03%

- La humedad relativa dentro del taller tiene un promedio de 38.99% sin extractores y un promedio de 56.43% con extractores.

$$\frac{(\text{promedio actual} - \text{promedio anterior}) \times 100}{\text{promedio actual}} = \% \text{ de mejora}$$

$$\frac{(56.43 - 38.99) \times 100}{56.43} = 30.90\%$$

30.90%

4.1.9. Análisis.

Ya con los datos anteriormente obtenidos se procede a analizar los resultados tomando en cuenta que la instalación del sistema de ventilación forzada cumplió con su objetivo satisfactoriamente obteniendo un aumento de la velocidad del viento, con esto se entiende que a mayor velocidad mayor renovaciones hora y por lo tanto un aire más puro. Así mismo se puede evidenciar un decremento de la temperatura interna del taller, estos supone un ambiente más fresco y adecuado para realizar actividades en el taller sin sentir fatiga o cansancio físico debido a una temperatura elevada del ambiente. Con respecto a la humedad relativa se puede evidenciar un decremento con lo cual se brinda un ambiente óptimo para realizar actividades dentro del taller ayudando a la salud y rendimiento de los estudiantes al momento de realizar las prácticas en los motores diésel.

- Observando los resultados se tiene una mejora en un 74% con respecto al límite aceptable de la velocidad del viento que en el taller es de 1.5 m/s.
- Con este resultado se observa un decremento en la temperatura de un 5.03% con respecto a la temperatura sin extractores.
- La humedad relativa sufre un decremento de un 30.90% con respecto a la humedad relativa sin extractores.

Tabla 14. Tabla comparativa de resultados.

| | <i>Valor Actual</i> | <i>Valor Anterior</i> | <i>% De Mejora</i> |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| <i>Velocidad del viento</i> | 1.5m/s | 0,39m/s | 74% incremento |
| <i>Temperatura</i> | 21.15°C | 22,27°C | 5.03% de decremento |
| <i>Humedad relativa</i> | 38.99% | 56.43% | 30.9% de decremento |

En la tabla superior se observa la comparación de los resultados tanto sin haber colocado los extractores como después de haber colocado los extractores, y el porcentaje de mejora con respecto a los valores anteriores tanto de la humedad relativa, temperatura y velocidad del viento.

4.1.10. Mantenimiento.

Las partes del extractor sujetas a mantenimiento son las siguientes.

Los rodamientos

Dentro de la estructura del extractor se encuentran rodamientos que están sujetos a mantenimiento, que puede ser engrasar en lapsos de tiempo estimados de un año o la sustitución de los mismos en un tiempo de tres años. Para realizar estas actividades es necesario tener la seguridad adecuada como líneas de vida y arneses.

Limpieza

La limpieza es general tanto en las aspas como en toda su constitución retirando el polvo y algunos objetos que obstaculicen el buen funcionamiento del extractor, este mantenimiento se lo hace cuando la situación amerite u cuando se escuche ruidos extraños en el funcionamiento u se observe obstáculos en el extractor.

CAPÍTULO VI

5. Conclusiones y Recomendaciones.

5.1. Conclusiones.

A mayor velocidad de rotación de los extractores eólicos, la temperatura en el interior del taller tiene una mejora de un 5.03% con respecto a la temperatura existente sin los extractores.

Según el proceso de cálculos para saber el número de extractores hemos determinado que para renovar un volumen de 18144m³ es necesario instalar 4 extractores.

Con los extractores instalados se puede evidenciar que la humedad relativa ha mejorado en un 30.9% con respecto al porcentaje que existía sin haber colocado los extractores eólicos dando como resultado un ambiente de trabajo para talleres automotrices más idóneo.

La velocidad del viento tiene una mejora del 74% con relación a la velocidad existente antes de colocar los extractores brindando así un ambiente de trabajo más fresco.

5.2. Recomendaciones.

El mantenimiento en los rodamientos se debe hacer en periodos de tres años, lo que comprende en engrasar los rodamientos y reajustar los pernos de fijación.

Para aumentar la recirculación de aire se recomienda instalar ventiladores eléctricos en la parte inferior del taller, brindando así un mejor ambiente de trabajo.

Se recomienda realizar un análisis de la cantidad de material particulado que genera cada motor con referencia al volumen del taller para saber

qué cantidad es evacuado con los extractores y qué cantidad se adhiere a las paredes del taller.

Al momento de encender los motores se recomienda tener abierta la puerta al máximo brindando así una mayor entrada de aire y una mejor renovación del ambiente interno del taller.

Bibliografía

- A., E. L. (2011). *Ventilación Industrial*. Colombia: Ediciones de la U. Extraído de <http://www.ebrary.com>.
- Aguedelo. Santamaria, J. R. (2002). *Motores DiéselTurboalimentados en Regimen Trancitorio. Un analisis Teórico Experimental*. Universidad Antioquia. Codigo. 629/.A38/Mot.
- Andrés, G. G. (2008). *Seguridad Industrial*. Ecoe Ediciones. Codigo 658.382/657/seg.
- Arellano, D. J. (2013). *Salud en el Trabajo y Seguridad Industrial*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor. extraído de <http://www.ebrary.com>.
- Ariza, A. J. (27 de Julio de 2011). *Calculo Extractores Eolicos* . Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/61054495/Calculo-Extractores-Eolicos#scribd>
- Castro Vicente, M. d. (1984). *El motor diésel*. CEAC. Codigo 629/.C37/Mot.
- colombres, e. e. (7 de julio de 2014). *ambiente, agroenergia y alimentos* . Obtenido de www.eeaoc.org.ar: <http://www.eeaoc.org.ar/upload/contenido/pdf/2013062507140200000.pdf>
- Cultural, & Cultural. (2003). *Manual del Automivi. Reparación y Mantenimiento: el motor Diésel*. Cultural. Codigo 629.2/.655/Man.
- D., A. (27 de Julio de 2011). *El enfisema pulmonar*. Obtenido de www.sanopordentro.com: <http://www.sanopordentro.com/el-enfisema-pulmonar.html>
- Española, R. A. (15 de julio de 2014). Obtenido de <http://lema.rae.es/drae/?val=diccionario+de+la+real+academia+de+la+lengua+espa%C3%B1ola>
- Garcia, A. (2011). *Estudio de los Efectos de la post inyección Sobre el proceso de Combustión y la Formacion de Ollinen Motores Diésel*. Reverté. Codigo 621.436/.637/Est.
- Lapuerta, M. A. (2002). *Estudio Experimental Sobre Emisiones Contaminantes en un Motor Diésel de 0.5MW Trabajando en Condiciones de Generacion y Cogeneracion*. Venezuela: Revista Ciencia e Ingeniería 23(1), Red Universidad de los Andes. Extraído de <http://www.ebrary.com>.

- Molina, S. (2005). *Influencia De LOs Parametros de Inyeccion y la Regulacion de Gases de Escape Sobre el Proceso de Combustion de un Motor Diésel*. España: Reverté. Extraido de <http://www.ebrary.com>.
- Monin, C. (julio de 2009). *Caracterización del Proceso de Formación de Hollín en una Llama de Difusión Diésel de Baja Temperatura* . Obtenido de <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/6161/tesisUPV3085.pdf?sequence=1>
- Murcia, C. R. (26 de diciembre de 2010). *prevención de riesgos ergonómicos* . Obtenido de <http://www.croem.es/prevergo/formativo/1.pdf>
- quimica, I. c. (19 de Nviembre de 2009). Obtenido de magnesio-mn.blogspot.com: http://magnesio-mn.blogspot.com/2009/11/normal-0-21-false-false-false_9609.html
- Ricart, A. T. (21 de enero de 2013). *El planeta Tierra se fractura, según afirman los científicos*. Obtenido de aidatrujillo.wordpress.com: <http://aidatrujillo.wordpress.com/tag/fallas-transformantes-del-planeta-tierra/>
- Salesiana, U. P. (03 de Julio de 2014). *dspace.ups.edu.ec*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1133/5/CAPITULO%20II.pdf>
- Secundino, E. G. (20011). *Motores*. España: Macmillan Iberia, S.A. Extraido de <http://www.ebrary.com>.
- Storch de Garcia, J. m., & Garcia Mortin, T. (2008). *Seguridad INdustrial en Plantas Qimicas y Energeticas Fundamentos, Evaluacion de Riesgos y Diseño*. Diaz de Santos. Codigo. 658.382/.576/seg.
- Temáticas, F. (04 de julio de 2014). *Contaminación atmosférica*. Obtenido de ww2.educarchile.cl: http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/aire_contaminantes_atmosf%C3%A9ricos.pdf

ANEXOS

Anexos 1. Fotografías.



Figura 18. Selección de los extractores en la fábrica ATYMI.



Figura 19. Estado del taller antes de realizar el proyecto.



Figura 20. Vista principal del taller después de realizado el proyecto.



Figura 21. Estado de las ventanas antes de la instalación de la ventilación forzada.



Figura 22. Estado de las ventanas después de realizar la instalación de la ventilación forzada.



Figura 23. Vista superior interna del taller después de haber colocado los extractores eólicos.



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:

| DATOS DE CONTACTO | |
|----------------------|--|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 1003565429 |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Chamorro Sangoquiza Daniel Germán |
| DIRECCIÓN: | Ibarra Sánchez Y Sifuentes 16-44 y Teodoro Gómez |
| EMAIL: | danielgermanchamorro@gmail.com |
| TELÉFONO MOVIL: | 0967114762 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|-----------------------------|--|
| TÍTULO: | "INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN FORZADA EN EL TALLER DE MOTORES A DIESEL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, SECTOR COLEGIO UNIVERSITARIO." |
| AUTOR (ES): | Chamorro Sangoquiza Daniel Germán, Ortiz Collaguazo Carlos Emilio |
| FECHA: AAAAMMDD | 2015-04-14 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/> |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniería en Mantenimiento Automotriz |
| ASESOR / DIRECTOR: | Ing. Carlos Mafla Yépez |

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

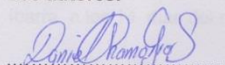
Yo, DANIEL GERMAN CHAMORRO SANGOQUIZA, con cédula de identidad Nro. 100356542-9, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la 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. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular del derecho patrimonial, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes de Abril del 2015

Los autores:



Chamorro Sangoquiza Daniel German

Aceptación:

Chamorro Sangoquiza Daniel German
C.I. 100356542-9




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

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

Yo, CHAMORRO SANGOQUISA DANIEL GERMAN, con cédula de identidad Nro. 100356542-9, manifestamos nuestra 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 autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: "INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN FORZADA EN EL TALLER DE MOTORES A DIESEL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, SECTOR COLEGIO UNIVERSITARIO" que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mantenimiento Automotriz. En nuestra condición de autor nos reservamos 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 14 días del mes de abril del 2015

Los autores:


Chamorro Sangoquiza Daniel German
C.I.: 100356542-9

| | | | |
|---|---|-----------------|----------------|
| TEL. FONO Fijo: | CELULAR: | TELÉFONO Móvil: | CELULAR Móvil: |
| TÍTULO DE LA OBRA | | | |
| "INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN FORZADA EN EL TALLER DE MOTORES A DIESEL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, SECTOR COLEGIO UNIVERSITARIO" | | | |
| AUTOR (ES) | CHAMORRO SANGOQUISA DANIEL GERMAN, OTEIZ SANGOQUISA CARLOS EMILIO | | |
| FECHA: ASESOR: | 14 DE ABRIL 2015 | | |
| SÓLO PARA TRABAJO DE GRADO | | | |
| PROGRAMA: | INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ | | |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ | | |
| ASESOR / DIRECTOR: | ING. CARLOS MATEA YEPES | | |



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:

| DATOS DE CONTACTO | |
|-----------------------------|---|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 1003565429 |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Ortiz Collaguazo Carlos Emilio |
| DIRECCIÓN: | Ibarra Barrio la Florida calle los Nardos 181 y Buganvillas |
| EMAIL: | Karlos20_ortiz@hotmail.com |
| TELÉFONO MOVIL: | 0986321528 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|------------------------------------|--|
| TÍTULO: | "INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN FORZADA EN EL TALLER DE MOTORES A DIESEL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, SECTOR COLEGIO UNIVERSITARIO." |
| AUTOR (ES): | Chamorro Sangoquiza Daniel Germán, Ortiz Collaguazo Carlos Emilio |
| FECHA: AAAAMMDD | 2015-04-14 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/> |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniería en Mantenimiento Automotriz |
| ASESOR / DIRECTOR: | Ing. Carlos Mafla Yépez |

5. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, ORTIZ COLLAGUAZO CARLOS EMILIO, con cédula de identidad Nro. 100322957-0, 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.

6. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular del derecho patrimonial, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes de Abril del 2015

Los autores:

.....
ORTIZ COLLAGUAZO CARLOS EMILIO

Aceptación:



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

Yo, ORTIZ COLLAGUAZO CARLOS EMILIO, con cédula de identidad Nro. 100322957-0, manifestamos nuestra 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 autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: "INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN FORZADA EN EL TALLER DE MOTORES A DIESEL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, SECTOR COLEGIO UNIVERSITARIO" que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mantenimiento Automotriz. En nuestra condición de autor nos reservamos 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 14 días del mes de abril del 2015

Los autores:

.....
ORTIZ COLLAGUAZO CARLOS EMILIO

C.I.: 100322957-0