



Fotografía José Miranda.

- En un corto plazo, disminuir el uso de combustible diésel hasta prohibirlo en un mediano plazo.
- Cambiar el sistema de combustión de los motores del transporte colectivo, camiones, cabezales y vehículos particulares a híbrido (gas GLP y baterías de litio).
- No desarrollar actividades de deportes en las zonas urbanas, ya que los datos indican que se está expuesto a pequeñas cantidades de gases que son derivados de la combustión de motores diésel (sustancias orgánicas) y metales pesados en material particulado.
- Mejorar los sistemas de aire acondicionado centralizado de los edificios, en ellos la contaminación externa es introducida en pequeñas cantidades que luego se va acumulando y que es respirado por los ocupantes del edificio.

BREVE HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR

José Remberto Miranda Mejía. Es ingeniero industrial, actualmente estudia una maestría en Gestión Ambiental en la Escuela Europea de Dirección y Empresa de España. Trabaja como investigador a tiempo completo y docente auxiliar en la Universidad Tecnológica de El Salvador. Posee experiencia en desarrollo de proyectos de ingeniería, gerencia de pequeñas empresas, asesoría en materiales para el área de metal mecánica y en empresas farmacéuticas. Sus líneas de investigación son: inocuidad en alimentos, contaminación por residuos industriales, contaminación atmosférica, contaminación de aguas por residuos en la atmósfera, contaminación de suelos y aguas subterráneas.

Autoridades Utec

Dr. José Mauricio Loucel
Presidente

Lic. Carlos Reynaldo López Nuila
Vicepresidente

Ing. Nelson Zárate
Rector Utec

Licda. Noris Isabel López Guevara
Vicerrectora de Investigación y Proyección Social

Licda. Camila Calles Minero
Directora de Investigaciones

OTRAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN UTEC

- Turismo
- Migración internacional
- Desarrollo e innovación tecnológica
- Psicología social
- Educación

INVESTIGACIÓN EN BREVE

Es una colección de fascículos que resumen los resultados de las investigaciones realizadas por la Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social.

No hay enseñanza sin investigación ni investigación sin enseñanza
Pablo Freire

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
Calle Arce y 19ª avenida Sur n.º 1045, edificio *Dr. José Adolfo Araujo Romagoza*.
San Salvador, El Salvador, (503) 2275-1013 / 2275-1011



www.utec.edu.sv

Centro de llamadas: 2275-8888
Maestrías: 2275-2700



Indicador RSE
ORGANIZACIÓN 1
AUTOEVALUADA 6



U N I M P A C T O Q U E T R A S C I E N D E

**Universidad Tecnológica
de El Salvador**



n.º 3
ABRIL 2017
INVESTIGACIÓN EN BREVE

**Universidad Tecnológica
de El Salvador**



Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social

Diagnóstico de contaminación atmosférica por emisiones diésel en la zona metropolitana de San Salvador y Santa Tecla. Cuantificación de contaminantes y calidad de combustibles

Investigadores:

José Remberto Miranda Mejía
Samuel Martínez Gómez
Yonh Figerald Kenedy Hernández Miranda
René Leonel Figueroa
Noé Aguirre

Las emisiones diésel en El Salvador no están reguladas por ninguna instancia que controle su cantidad, sus componentes y a los generadores de las mismas. Los vehículos de transporte colectivo y privado agregan a la atmósfera gran cantidad de contaminantes producto de sus emisiones al utilizar determinados combustibles. Esta investigación analizó las emisiones por diésel, las cuales están catalogadas como contaminantes atmosféricos con efectos carcinógenos, mutágenos y tóxicos. Se realizaron tomas de muestra de las emisiones de vehículos en diversos puntos de las ciudades de San Salvador y Santa Tecla, se estudió el hollín emitido por los motores diésel y se examinaron combustibles en varias gasolineras del país.



Fotografía cortesía de Diario1.

Diagnóstico de contaminación atmosférica por emisiones diésel en la zona metropolitana de San Salvador y Santa Tecla. Cuantificación de contaminantes y calidad de combustibles

INTRODUCCIÓN

Las características actuales de la atmósfera son el resultado de largos procesos físico químicos ligados a la formación del planeta; sin embargo, las actividades humanas y naturales han provocado un impacto negativo en el comportamiento y la composición de la misma, esto debido a la contaminación que proviene de la combustión de los derivados del petróleo, de incendios forestales y de erupciones volcánicas.



Esta investigación analizó las emisiones por diésel, las cuales están catalogadas como contaminantes atmosféricos con efectos carcinógenos, mutágenos y tóxicos. Los investigadores realizaron tomas de muestra de las emisiones de vehículos en diversos puntos de las ciudades de San Salvador y Santa Tecla, también estudiaron el hollín emitido por los motores diésel y examina-

ron combustibles en varias gasolineras del país. La atmósfera urbana de San Salvador y Santa Tecla está compuesta en cantidades apreciables y variables de contaminantes principalmente por dióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, compuestos orgánicos, productos fotoquímicos y otras partículas sólidas o aerosoles. La cantidad de azufre en los combustibles

en El Salvador es de 5.000 partes por millón (ppm) o 11.500 mg/m³, mientras en la Unión Europea es de solamente diez ppm. Esta sustancia es una de las responsables de empeorar las enfermedades respiratorias y de crear otros padecimientos; además, las emisiones diésel han sido catalogadas por la Organización Mundial de la Salud como carcinógenas.

Se considera contaminante de la atmósfera a toda sustancia ajena a su composición normal que se incorpora y permanece en ella durante un tiempo. Algunos materiales contaminantes, como los metales pesados, no están sujetos a ataque bacteriano y no se dispersan, pero reaccionan con las plantas y los animales. Debido a su persistencia y efectos nocivos, se les considera una amenaza para el ambiente y a la humanidad.

MÉTODO



Fotografía Oscar Sosa.

Se recogieron muestras en 20 puntos distintos de San Salvador y Santa Tecla. En el muestreo de gases se tomó en cuenta la distancia de 1.5 a 2 metros de la zona de emisión (tubo de escape de los automotores de combustión diésel) para que la muestra fuera representativa. Para la captura de los gases emanados del escape de los automotores diésel se utilizaron bolsas para hacer la analogía del pulmón; este procedimiento se hizo en cada lugar donde se

tomaron las muestras y permitió evitar las corrientes de aire y la dispersión de los gases contaminantes por dilución, para después ser analizados con la bomba automática Dräger X-act 5000 a través de los tubos colorimétricos Dräger.

Para la toma de muestras de hollín se usaron bolsas plásticas transparentes y blancas, siempre a una distancia de 1.5 a 2 metros del tubo de escape, se dejaron reposar para permitir que las partículas precipitaran al fondo y ser recolectadas y analizadas, posteriormente, en un laboratorio, a través de espectrometría de absorción atómica, que es una técnica analítica para determinar la concentración de un elemento metálico determinado en una muestra. El laboratorio que se seleccionó para la realización de los análisis cuenta con certificación de acreditación para 25 técnicas de análisis.

El estudio de combustibles se realizó en doce gasolineras ubicadas en diferentes puntos de San Salvador y de distintas empresas, contemplando todas las que actualmente se encuentran en el mercado. Se utilizaron botellas color ámbar para evitar el cambio químico por la luz ultravioleta y con un tapón a prueba de fugas de gases evaporados para líquidos con alta presión de vapor. Este análisis se realizó en el único laboratorio del país donde se hace las pruebas a combustibles.

OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar las emisiones al aire en la zona metropolitana de San Salvador y Santa Tecla.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar los contaminantes por emisiones diésel
- Determinar la calidad de los combustibles diésel en El Salvador
- Indicar alternativas para las emisiones diésel

RESULTADOS

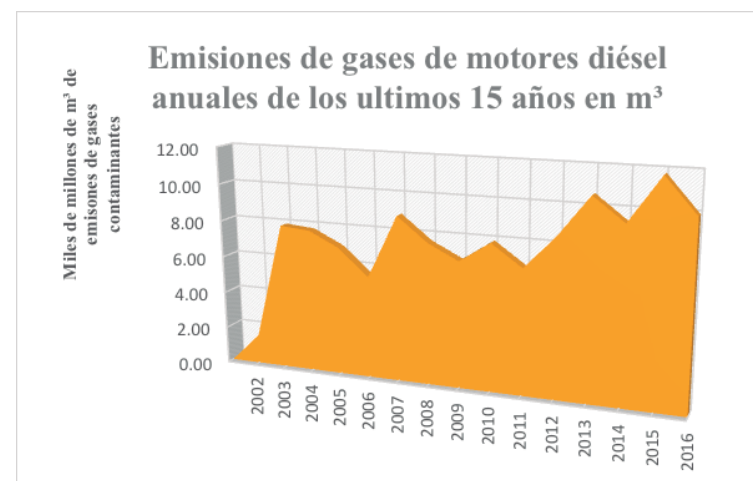
En la medición de sustancias orgánicas emitidas por motores diésel en los lugares muestreados de las zonas metropolitanas de San Salvador y Santa Tecla, fue evidente la presencia de benceno, un hidrocarburo líquido incoloro, tóxico, inflamable y carcinógeno, el cual, a través del tubo colorimétrico respectivo, en la mayoría de lugares no se pudo calcular, pues las concentraciones superaban fácilmente la escala de 50 ppm, siendo esto peligroso para las personas que se encuentran cercanas a las vías de tránsito de automotores.

Al medir estireno en las emisiones de los lugares visitados, este superó los 100 ppm, los 150 ppm y los 250 ppm, cuando el límite de exposición para una jornada laboral de ocho horas es de 20 ppm o 86 miligramos de concentración por metro cúbico (mg/m³), según el valor límite umbral de exposición a una jornada laboral de 8 horas (Threshold Limit Value TLV). Para el cianuro de hidrógeno, que es una sustancia tóxica, este superó los 6 mg/m³ en la mayoría de lugares, en otros superó la escala de 9 mg/m³ y en dos de los lugares visitados superó la escala de 12 mg/m³. Todas estas concentraciones encontradas rebasan las establecidas.

El combustible diésel sin quemarse, emitido por los escapes de los motores diésel, no se pudo medir ante la alta concentra-

ción encontrada, la cual se evidenció en el tubo colorimétrico, cuya escala de 200 mg/m³ fue sobrepasada en dos segundos, el TLV es de 100 mg/m³. Igual es el caso del ácido fórmico, cuya escala del tubo colorimétrico era de 15 ppm y fue superada entre dos y ocho segundos. El formaldehído, un compuesto químico altamente volátil y muy inflamable, superó también la escala del tubo colorimétrico, el cual era de 40 ppm, y su Exposición Corta de 15 Minutos (STEL, por sus siglas en inglés) es de 0.3 ppm, en este caso la concentración fue superada antes de que la máquina Dräger terminara la medición; así mismo, el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, dióxido de carbono, fenol, tolueno, anilina, etilbenceno, clorobenceno, acetaldehído, xileno, hidrocarburos halogenados y ácido sulfúrico dieron positivo en la medición. Estas sustancias deben estar en una concentración alta para causar daño inmediato; sin embargo, las respiramos en el aire urbano en forma crónica en pequeñas cantidades, lo que puede provocar enfermedades a mediano o largo plazo.

En las emisiones de hollín aparecieron metales pesados como cromo, níquel, arsénico, cadmio, antimonio, cobalto, cobre, mercurio, selenio y zinc; también hay otros metales como vanadio y plomo contenidos en las emisiones.



Cálculo estimado de emisiones de gases contaminantes totales de motores diésel a partir de las importaciones de combustible diésel. Elaboración propia a partir de datos de importaciones y transformación de litros de combustible en gases en m³.



Fotografía Oscar Sosa.

RECOMENDACIONES

- Evitar el contacto con la piel de los diferentes tipos de combustible, sus derivados y gases por evaporación.
- Evitar prácticas como sacar combustible del tanque de un automotor con mangueras o hacer succión con la boca.
- Usar protección respiratoria cuando se use equipos de mantenimiento como podadoras, motosierras y otras de combustión interna de diésel y gasolina.
- Prohibir la construcción de plantas termoeléctricas que ocupen diésel cerca de lugares residenciales, oficinas y fábricas.
- Evitar la construcción de viviendas cerca de refinerías y tanques de almacenamiento de combustibles por las sustancias que se evaporan durante su almacenamiento o refinación.
- Se recomienda evitar la construcción y operación de estaciones de servicio de combustibles cerca de fábricas (no petroquímicas), zonas residenciales y edificios de oficinas para evitar la contaminación con sustancias químicas emitidas por evaporación de los tanques de almacenamiento.
- Se recomienda usar mascarilla (full facepiece con filtro para gases orgánicos) en los lugares de trabajo donde se utilizan combustibles diésel y gasolina (gasolineras y tanques de almacenamiento) para evitar la contaminación química por emisiones de estas sustancias.
- Evitar llevar a infantes a la zona céntrica de San Salvador, ya que la contaminación encontrada puede dañar en mayor proporción el sistema respiratorio de los infantes causándoles fibrosis pulmonar (cicatrización de los pulmones).
- Cerrar sistema de ventilación y ventanas del vehículo cuando se va detrás de un vehículo de motor diésel en carretera para evitar la contaminación por los gases emitidos y las partículas contaminantes.