



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

TITULACIÓN

TESIS PROFESIONAL

Censo de contaminación atmosférica generada por fuentes fijas
y móviles en la cabecera municipal de Álamo Temapache, Veracruz

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero (a) en Ambiental

PRESENTA

Vanessa Itzel Cruz Núñez
Yazmin Yuridia Cruz Hernández

DIRECTOR DE TESIS

M.C Rosa María Monroy López

CO- DIRECTOR DE TESIS

Mtra. Nancy Deyanira Hernández Castellanos

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mis padres Violeta y Ramiro porque son la fuerza que me impulsa a seguir adelante, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para poder estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para seguir mis metas.

Atentamente; Yazmin Yuridia Cruz Hernández.

Le doy gracias a mi familia en especial a mi padre Arturo Cruz y a mi madre Claudia Núñez que han sido mi apoyo durante esta gran etapa por brindarme lo necesario para mis estudios por darme fuerza y ayudarme a nunca rendirme, perseguir mis sueños, realizar mis metas y creer siempre en mi, porque gracias a ellos estoy donde estoy.

A mis abuelos Hilda y Ramon Núñez y mi Bisuabuelo Amado Quirino que son las personas especiales que han creído en mi y que siempre me dieron consejos y motivación para seguir adelante

Mis hermanos por ser mi apoyo incondicional por la motivación que me brindaban los momentos de felicidad que pasamos y por ser un gran ejemplo a seguir para ellos.

Atentamente: Vanessa Itzel Cruz Núñez.

Agradecimientos

Agradezco a Dios y a la vida por permitirme culminar esta etapa de mi vida, con salud y con el apoyo de todos mis seres queridos.

A mis padres Ramiro y Violeta por su comprensión y apoyo siempre, no solo en lo económico, sino en el cariño y darme fuerzas cuando estuve a punto de rendirme.

A mis hermanos Yera y Elmer por darme momentos de alegría en esos días de estrés.

A una persona especial, mi novio que siempre me apoyo y brindo su amor cuando lo necesite.

A mis amistades que conocí a lo largo de la carrera por apoyarme y brindarme momentos de risas, en especial a mi mejor amiga y compañera del alma Vane, que siempre me regaña y claro por nuestros momentos de risas.

A mi asesora la M.C Rosa María Monroy López, por su acompañamiento y disposición en el desarrollo de este proyecto.

Yazmin Yuridia Cruz Hernández.

Agradecimientos

A mi padre Arturo por ser esa persona que nunca dudo de mí y por todo su gran apoyo, porque es mi gran motivación.

A mi Madre Claudia por confiar en mí, darme ánimos y apoyarme siempre que lo necesite, fue mi gran apoyo.

A mi hermana Dana por sentirse orgullosa de mí, creer en mí y por los momentos que pasamos juntas. A mi hermano Byron por estar siempre conmigo, él es mi motivación más importante.

A mi bisabuelo Amado por siempre tener fe en mí.

A mis abuelos Hilda y Ramón Núñez por confiar y creer en mí porque sin ellos no llegaría hasta donde estoy.

A mi Tía Lore por sus buenos deseos, por sus grandes consejos y sentirse orgullosa de mí. A una persona especial que ha estado conmigo, y me ha apoyado en todo momento.

A mis amigos por su gran compañía, apoyo y la gran felicidad que me causaba estar a su lado.

A mi amigo el Ingeniero César por su gran ayuda y su valiosa amistad que me ha brindado desde que nos conocimos.

A mi mejor amiga Yazmin por ser mi apoyo, creer en mí, mi compañera de locuras, la que me regañaba.

A mi asesora M.C. Rosa María Monroy López por brindarme su gran apoyo y ser una increíble persona, por darnos ánimos y siempre estar ahí dispuesta ayudarnos con nuestro proyecto.

Vanessa Itzel Cruz Núñez

Resumen

La contaminación del aire es provocada por el hombre y se asocia a diversas actividades que desarrolla como la industria, agricultura, ganadería, agroindustria, uso de unidades automotoras, lo que ha traído como resultado elevados volúmenes de contaminantes, que al relacionarse con la contaminación ambiental puede dañar la salud humana y ecosistemas, por ello la presente investigación fue realizar un censo de las fuentes de contaminación atmosférica fijas y móviles presentes en la cabecera municipal de Álamo Temapache, estado de Veracruz, para ello se contabilizaron los automovilistas, taxistas, autobuses, motociclistas y comercios de comida, además se entrevistó a los automovilistas para saber si ellos están conscientes de la importancia de la verificación vehicular, en base a los datos obtenidos se analizó la cantidad de unidades y comercios que contaminan el aire, con el fin de proponer alternativas ambientales para el cuidado del medio ambiente y garantizar la salud de la población.

Abstract

Air pollution is caused by man and is associated with various activities carried out such as industry, agriculture, cattle raising, agribusiness, use of automotive units, which has resulted in high volumes of pollutants, which when related to environmental pollution can damage human health and ecosystems, for this reason the present investigation was to carry out a census of the fixed and mobile sources of air pollution present in the municipal seat of Álamo Temapache, state of Veracruz, for this purpose, motorists, taxi drivers, buses, motorcyclists and food stores, in addition, motorists were interviewed to find out if they are aware of the importance of vehicle verification, based on the data obtained, the number of units and businesses that pollute the air was analyzed, in order to propose Environmental alternatives for caring for the environment and guaranteeing the health of the population.

ÍNDICE TEMÁTICO

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DEL PROYECTO	1
1.1.- Introducción	1
1.2.- Justificación	2
1.3.- Objetivos generales y particulares	3
1.4.- Hipótesis	3
1.5.- Planteamiento del problema	3
CAPÍTULO II MARO TEÓRICO	5
2.1.- Antecedentes de la contaminación atmosférica	5
2.2.- Antecedentes de contaminación atmosférica en México.....	7
2.3.- Contaminación atmosférica	8
2.4.- Clasificación de contaminantes atmosféricos según su origen	9
2.4.1.- Contaminantes Primarios	10
2.4.2.- Contaminantes Secundarios	10
2.5.- Fuentes de contaminación atmosférica	10
2.5.1.- Fuentes móviles (carretera y no carreteras)	11
2.5.2.- Fuentes de contaminación fijas	11
CAPÍTULO III ESTADO DEL ARTE	15
CAPITULO IV.- METODOLOGÍA	26
4.1.- Descripción del Área de Estudio.....	26
4.2.- Censo de emisiones en fuentes fijas y móviles	28
4.3.- Aplicación de encuestas	29
CAPITULO V.- RESULTADOS	29
5.1.- Fuentes Móviles	30
5.2.- Fuentes fijas	33
5.3 Análisis de las encuestas	35
5.4.- Alternativas de mitigación para la reducción de emisiones	35
CONCLUSIÓN	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Páginas
Figura 1.- Macro localización del Municipio de Álamo Temapache en México.....	27
Figura 2. Mapa de Cabecera Municipal.....	28

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Páginas
Cuadro 1. Definición de contaminación atmosférica según distintos autores.....	15
Cuadro 2. Trabajos similares que se realizaron para la cuantificación de fuentes fijas y móviles	17
Cuadro 3. De trabajos sobre alternativas o propuestas para combatir la contaminación atmosférica	22
Cuadro 4.- Cantidad de taxis en la ciudad de Álamo	30
Cuadro 5.- Cantidad de camiones.....	31
Cuadro 6.- Cantidad de motos.....	32
Cuadro 7.- Relación de emisiones y gasto de gasolina.....	32
Cuadro 8.- Relación de emisiones y gasto de Diésel.....	33
Cuadro 9.- Cantidad de establecimientos y consumo en gas.....	34
Cuadro 10.- Consumo de carbón por mes.	34

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico y la urbanización, que asociados al desarrollo de diversas actividades como la industria, los servicios, la agroindustria y el incremento de las unidades automotoras, han traído como resultado aumento en el consumo de combustibles fósiles; al mismo tiempo, la práctica de actividades cotidianas inciden en la generación de elevados volúmenes de contaminantes, que al relacionarse con las condiciones ambientales pueden dañar la salud humana, los ecosistemas y los recursos materiales (Placeres, 2006).

El término de contaminación atmosférica ha tenido diferentes definiciones con el paso de los años, aunque no todas referidas a la presencia de sustancias nocivas en la atmósfera en concentraciones que podrían llegar a provocar daño al ambiente y a la salud de la población. Los contaminantes atmosféricos se pueden clasificar en contaminantes primarios, que son aquellos que se emiten directamente a la atmósfera, o contaminantes secundarios, los cuales se forman en la atmósfera a partir de reacciones químicas de sus precursores (Yohannessen, 2017).

La contaminación atmosférica o mejor conocida como contaminación del aire es una de las principales formas por las que se puede degradar el medio ambiente. Se describe como “la emisión al aire de sustancias peligrosas a una tasa que excede la capacidad de los procesos naturales de la atmósfera para transformarlos, precipitarlos y depositarlos o diluirlos por medio del viento y movimiento del aire,(Pinilla Eduardo, 2016).

De acuerdo con Dickson (2003) la contaminación atmosférica puede ser clasificada por causas naturales o antropogénicas. Las naturales siempre han existido, mientras que las antropogénicas, como su nombre lo indica, son causadas por las actividades humanas.

Los contaminantes del aire son la contaminación por partículas o materia particulada, el monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y plomo; estos por separado o en conjunto pueden provocar diferentes daños a la salud humana principalmente al sistema

respiratorio y cardiovascular, entre los principales problemas son agravamiento del asma, cáncer de pulmón, accidentes cerebrovasculares, entre otros (Yassi *et al.*, 2002).

La presente investigación se enfoca en un censo para analizar fuentes de contaminación fijas y móviles presentes en la cabecera municipal de Álamo Temapache, con el objetivo de implementar alternativas para mitigar el problema de la contaminación atmosférica.

1.2 Justificación

La ciudad de Álamo Temapache en las últimas décadas ha tenido un crecimiento económico en el giro comercial de la citricultura, por lo cual, se han instalado diversas industrias para su procesamiento y comercialización, además de otros establecimientos, a esto se le agrega el crecimiento poblacional y el aumento del número de vehículos particulares y de transporte público que transita en la ciudad, ocasionando fuentes emisoras de contaminación a la atmósfera, alterando la calidad del aire y salud de las personas.

Los censos de fuentes emisoras nos permite estimar el número de fuentes fijas y fuentes móviles de contaminantes atmosféricos, con la finalidad de proponer alternativas de mitigación que garanticen una adecuada calidad del aire para bienestar de la población.

1.3 Objetivos generales y particulares

Objetivo general

Realizar un censo de fuentes fijas y móviles de contaminantes atmosféricos en la cabecera Municipal de Álamo Temapache e implementar alternativas de mitigación que garanticen una adecuada calidad del aire.

Objetivos particulares

- Realizar el censo de emisiones de fuentes fijas y móviles.
- Proponer alternativas de mitigación para la reducción de emisiones atmosféricas.

1.4 Hipótesis

La población de Álamo Temapache esta consiente de las fuentes emisoras de contaminación atmosférica y conoce cuáles son los daños que estas puedan provocar a la salud humana.

1.5 Planteamiento del problema

Las ciudades son consideradas como sistemas complejos en donde se presentan distintos tipos de interacciones de función, estructura y sobrecarga de energía. El desarrollo de las ciudades con frecuencia está relacionado con el incremento en la contaminación ambiental, lo cual entra en conflicto directo con la intención de mantener un ambiente sano y saludable de la población (Santamaría, 1995). Para lograr un desarrollo sustentable es necesario la implementación de nuevos enfoques y combinación de tecnología, políticas públicas, financiamiento y un vínculo con la sociedad.

Uno de los aspectos más importantes a considerar en la contaminación ambiental son las emisiones de contaminantes al aire en las ciudades, ya sea por fuentes fijas o móviles (medios de transporte) y el combustible que utilizan ambas como materias primas. Es importante determinar que dependiendo del tipo de combustible que se utilice en las zonas urbanas, se aumentarán o disminuirán las emisiones; aquellos combustibles que contengan un grado mayor de octanaje permitirán una mayor eficiencia en la combustión.

Igualmente, estas emisiones varían por algunas características mismas de la fuente, la fuente fija dependerá del giro industrial o servicio que ofrezca, así como el mantenimiento que se le den a sus equipos y su vida útil. La fuente móvil dependerá de las características propias de los vehículos tales como: catalizadores, inyectores, motores híbridos, entre otras (Belasteguigoitia, 1999).

En los últimos años el desarrollo industrial en la Ciudad de Álamo Temapache, Veracruz ha ido en aumento con el establecimiento de micro y macro empresas, así como el incremento de vehículos tanto públicos como privados, lo que ha traído como consecuencia el aumento de atmosféricas.

Este proyecto pretende determinar las principales fuentes de contaminación atmosférica tanto fijas como móviles, mediante la realización de un censo, para estimar el número de fuentes que contaminan en la cabecera municipal de Álamo Temapache, y contribuir con alternativas para mitigar la emisión a la atmósfera.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de contaminación atmosférica.

Uno de los problemas más frecuentes en el planeta es la contaminación del aire el cual es primordial en la vida. La contaminación del aire comenzó cuando el hombre llegó a la tierra y desarrollo actividades que provocaba contaminación al aire. La problemática de la calidad del aire tuvo inicios en los siglos XVII con la presencia de contaminación en distintos países del mundo dado que, la sola presencia del hombre modificó los ecosistemas dada su labor de transformación de la naturaleza como método de supervivencia (Sibato y Yudego, 2014).

Hechos históricos relacionados son la contaminación del aire (Yassi *et al.*, 2002):

- En el año de 1648 en Londres prohíbe el uso de la hulla en la ciudad adoptando una medida preventiva para evitar más contaminación.
- En el año de 1800 en Inglaterra la hulla regresa como combustible, comenzando el modernismo industrial. Se generan gases como Cloro, Amoníaco, Monóxido de Carbono y Metano que provocan enfermedades como bronquitis y neumonía.
- En el año de 1948 en Nueva York las emisiones de fundición de Zinc y una fábrica de alambre, acero y Ácido sulfuroso, causaron enfermedades respiratorias y muerte de 20 personas.
- En el año de 1952 en Londres durante 5 días la ciudad quedó envuelta en una nube de humo. Al término de 9 días hubo 2,851 muertes más de las previstas.
- En el año de 1956 en Londres la niebla envolvió a la ciudad durante 18 horas y causó 1,000 muertes más de las previstas
- En el año de 1976 en Italia ocurrió una explosión de una planta petroquímica que originó una nube de Bióxido de arsénico ocasionando hospitalización de 40 personas.

- En el año de 1990 comienza una acción más sistemática en cuanto al uso de la ciencia y tecnología en la medición de contaminantes con la recién formada Subsecretaría de Ecología instalando redes manuales de monitoreo atmosférico en la Ciudad de México y en nueve ciudades del interior de la República.
- En el año de 1991 a 1994 se fueron dictando medidas más estrictas en México, se exigió la instalación en fábricas de medidores continuos de partículas, Bióxido de azufre, entre otros, en las chimeneas.
- En el año 2000 al 2010 hay un avance significativo en México con relación a la calidad del aire, ya que se lleva a cabo el proyecto para el diseño de una estrategia integral de gestión de la calidad del aire en el valle de México por parte del Massachusetts Institute of Technology (MIT), con el apoyo de las autoridades del D.F., del Estado de México y del Gobierno Federal.
- En el año 2011 en Japón se presenta un terremoto de 9.0° magnitud Richter y un tsunami. El terremoto acarrió una fusión en la planta de energía nuclear de Fukushima que se ha convertido en el desastre nuclear más grave desde Chernóbil.
- En el año 2012 la contaminación del aire causó la muerte de alrededor de siete millones de personas en todo el mundo.
- En el año 2014 se vertieron 40,000 m³ cúbicos de lixiviados de Sulfato de cobre en los ríos Bacanuchi y Sonora afectando a 22 mil 878 pobladores.
- En el año 2018 se generó un derrame de petróleo en Colombia afectando a 16 comunidades del departamento de Santander.
- En el año 2020 se presenta un incendio en el Amazonas en Brasil afectando la selva.

La contaminación del aire ha ido aumentando y afectando varios países del mundo y ha generado importancia a nivel mundial. Actualmente los investigadores y científicos se han ocupado en identificar y desarrollar métodos precisos para la contaminación del aire como, la investigación realizada por los químicos, Mario Molina de nacionalidad mexicana y el

norteamericano Sherwood Rowland quienes analizaron el efecto de los Clorofluorocarbonos y descubrieron un agujero en la capa de ozono.

2.2 Antecedentes de contaminación atmosférica en México.

En octubre de 1990, se acordó la implementación del Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica en el Valle de México (PICCA). Los esfuerzos del PICCA se dirigieron a la reducción de las emisiones de Plomo, Bióxido de azufre, Monóxido de carbono, hidrocarburos y Óxidos de nitrógeno, así como de las partículas generadas por la destrucción de bosques, erosión de zonas deforestadas, tiraderos clandestinos y calles sin pavimentar (Martínez, 2005).

Para ello, las estrategias del PICCA se concentraron en:

- a) El mejoramiento de la calidad de los combustibles,
- b) La reducción de emisiones en vehículos automotores,
- c) La modernización tecnológica y el control de emisiones en industrias y servicios, y
- d) La restauración ecológica de las áreas boscosas que circundan en el Valle de México.

En el año de 1987 surgió el programa un día sin auto, como resultado de la gran cantidad de smog en el Distrito Federal, más tarde se transformaría en el programa hoy no circula en forma obligatoria. Se presentó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2008), que es la máxima ley de derecho ambiental en México que regula lo relativo al artículo 4to de la Constitución Política y el artículo 25, esta fue promulgada el 28 de enero de 1988.

El ordenamiento ecológico se define, jurídicamente, como "el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el

aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos" (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Título Primero, Art.3 fracción XXIV). Con lo que se establece un marco básico de gestión integral del territorio y sus recursos, siendo además una herramienta estratégica para la convergencia entre Estado y Sociedad.

En 1996, la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, la Secretaría de Salud, el Gobierno del Estado de México y el entonces Departamento del Distrito Federal acordaron la instrumentación del Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000, conocido como PROAIRE, con el propósito de ampliar, reforzar y dar continuidad a las medidas iniciadas a principios de la década. El objetivo del PROAIRE estuvo enfocado explícitamente a la reducción de las concentraciones pico y promedio de ozono, con la finalidad de disminuir el riesgo a la salud asociado con la exposición de corto y largo plazo a este contaminante (Martínez, 2005).

Una evaluación en el año 2013 realizada por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer de la (OMS) determinó que la contaminación del aire exterior es cancerígena para el ser humano, y que las partículas del aire contaminado están estrechamente relacionadas con la creciente incidencia del cáncer, especialmente el cáncer de pulmón (Yassi *et al.*, 2002).

2.3 Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica es la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique un riesgo o daño para las personas y bienes de cualquier naturaleza (González y Villafaña, 2003).

El nombre de contaminación atmosférica es aplicado generalmente a las alteraciones que tienen efectos perniciosos en los seres vivos y los elementos materiales, y no a otras alteraciones inocuas. Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles, que generan Dióxido azufre y Monóxido de carbono, Óxidos de nitrógeno y Azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa (Mata, 2010).

Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones residenciales, que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos.

Manahan (2011), menciona cuales son los principales problemas de contaminación atmosférica:

- ❖ Incremento en la concentración de oxidantes troposféricos (como el ozono) y sus efectos sobre la vegetación y la salud humana.
- ❖ Cambio climático (calentamiento global) como resultado del incremento en las emisiones de CO₂ y otros contaminantes con efecto invernadero.

2.4 Clasificación de contaminantes atmosféricos según su origen

Los agentes contaminantes tienen relación con el crecimiento de la población y el consumo (combustibles fósiles, la generación de basura desechos industriales, etc) ya que al aumentar éstos, la contaminación que ocasionan es mayor.

La clasificación de contaminantes atmosféricos se basan en el método de aparición en la atmósfera los cuales son

2.4.1 Contaminantes primarios

Sustancias que tienen carácter contaminante y son vertidas directamente a la atmósfera desde los focos emisores, tanto naturales como antropogénicas, y provocan alteraciones en la calidad del aire (Ballester, 2005).

Los principales contaminantes primarios son:

- ❖ Los compuestos del carbono: CO₂, CO, CH₄, VOC's
- ❖ Compuestos del nitrógeno: NO₂, NO, NH₃
- ❖ Compuestos del azufre: SO₂
- ❖ Compuestos halogenados.
- ❖ Materia particulada agrupada en PM10 (de 10 de diámetro), de baja penetrabilidad en vías respiratorias, y PM2.5 (de 2.5 de diámetro), de profunda penetrabilidad en vías respiratorias).

2.4.2.- Contaminantes secundarios

Jacobson (2005) comenta que los contaminantes secundarios, son el resultado de la interacción química, entre contaminantes primarios y otros compuestos habituales de la atmósfera, los más importantes son el Ácido sulfúrico (H₂SO₄), Ácido nítrico (HNO₃), Ozono (O₃), Peroxiacetilnitrato (PAN). Estos no provienen de los focos emisores, estos se originan de los contaminantes primarios mediante reacciones químicas (Dickson, 2003).

2.5 Fuentes de contaminación atmosférica

Son todas aquellas actividades, procesos u operaciones capaces de producir contaminantes del aire ya que son una mezcla de miles de fuentes de emisión que van de chimeneas industriales, vehículos automotores hasta el uso de productos de limpieza y pinturas domésticos (CCA, 2008).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (LGEEPA, 2008) define en México las fuentes puntuales o fijas como toda instalación establecida en un solo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Como se indica en el Artículo 111 Bis de la Ley.

2.5.1 Fuentes móviles (carreteras y no carreteras)

Las emisiones por fuentes móviles se producen por la quema de combustibles fósiles, en este caso los vehículos automotores son los principales emisores de contaminantes como óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados. Se trata de los vehículos con motores de combustión y similares, que debido a su funcionamiento generan o pueden generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Las fuentes móviles carreteras incluyen: tracto camiones, autobuses, camiones, automóviles, motocicletas; mientras que las fuentes móviles no carreteras comprenden: aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, embarcaciones, equipo y maquinarias (Lezama, 2000).

A continuación, se menciona una lista de normas referentes a fuentes de contaminación móviles.

- NOM-041-SEMARNAT-2006
- NOM_042_SEMARNAT_2003
- NOM-044-SEMARNAT-2006
- NOM-045-SEMARNAT-2006
- NOM-047-SEMARNAT-1999

2.5.2 Fuentes de contaminación fijas

Los contaminantes de fuentes estacionarias provienen principalmente de dos actividades la combustión de carbón y petróleo en plantas de generación de energía y la pérdida de contaminantes en procesos industriales. Existen cientos de fuentes estacionarias de

contaminación del aire, que producen una amplia variedad de contaminantes del aire, las fuentes estacionarias pueden emitir uno o varios contaminantes peligrosos. La mayoría de este tipo de fuentes de contaminación atmosférica producen Óxidos de azufre, Monóxido de carbono, Dióxido de carbono y Nitrógeno, así como también compuestos orgánicos volátiles (Vanegas, 2018).

Las fuentes fijas son plantas industriales estacionarias, manufactureras o de producción que generan emisiones desde equipos estacionarios a través de chimeneas o ductos de venteo, o bien desde fuentes fugitivas no confinadas. Las fuentes fijas de jurisdicción municipal corresponden a establecimientos comerciales con emisiones atmosféricas generadas principalmente por equipos de combustión (Dickson, 2003).

A continuación, se menciona una lista de normas referentes a fuentes de contaminación fijas.

- NOM-043-SEMARNAT-1993
- NOM-085-SEMRNAT-2011
- NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-200

En diversos países se han establecido metas para la reducción y mitigación de la contaminación del aire, principalmente en los últimos años a raíz del convenio firmado en el acuerdo de París en el 2015. Entre las principales metas y estrategias a nivel Mundial (U.S EPA, 2015), Nacional, Estatal y Municipal, son:

En China se pretende:

- Reducir las emisiones de Dióxido de carbono por unidad de PIB entre un 60 % y 65 % respecto a los niveles de 2005.
- Aumentar un 20 % el uso de combustibles no fósiles en su sector energético.
- Incrementar los bosques en 4.500 millones de metros cúbicos en comparación con 2005

En India se pretende:

- Reducir la intensidad de las emisiones por unidad de PIB entre un 33 % y 35 % con respecto a las de 2005.
- Lograr que el 40 % de su capacidad energética sea de origen no fósil, objetivo condicionado a la ayuda tecnológica y una coste menor de financiación procedente de Fondo Verde para el Clima.
- Creación de un sumidero de carbono forestal capaz de absorber de 2,5 a 3 mil millones de toneladas de CO₂.

En los Estados Unidos se pretende:

- Alcanzar en el año 2025 una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de entre un 26 % y un 28 % respecto a 2005.
- Alcanzar en año 2050 una reducción de las emisiones de, al menos, un 80 % respecto a 2005.

En México se pretende (OCDE, 2013).

- Implementación del programa Hoy No Circula (HNC) en la Zona Metropolitana del Valle de México y mejorar su aplicación.
- Mejoramiento del transporte sustentable para incrementar alternativas al uso de automóviles y taxis, como la implementación del cablebus y trolebus en la CDMX.
- Implementación del Programa obligatorio de Verificación Vehicular.
- Programas Estatales de Gestión de Calidad del aire (Pro Aire), y 12 más en proceso.

Entre las principales metas y estrategias que tiene el estado de Veracruz para contribuir con la reducción de la contaminación del aire son:

En el estado de Veracruz, México de acuerdo con Martínez (2008), se propone:

- Implementación del Programa Pro Aire.

- Establecimiento de Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire en las principales ciudades del Estado.
- Implementación obligatoria del Programa de Verificación Vehicular en las principales ciudades del Estado.
- Desarrollo de índices de Calidad del Aire en el Estado.
- Programa Estatal Recicla tu Navidad

El municipio de Álamo, perteneciente al estado de Veracruz, México es una ciudad comprometida con el medio ambiente, por ello cuenta con estrategias y metas para la reducción de contaminantes y así contribuir con el cuidado del medio ambiente, las siguientes metas fueron propuestas por el H. Ayuntamiento de Álamo Temapache, 2018.

- Establecimiento del programa cuidemos el aire
- Diseño del programa luchemos contra el cambio climático.
- Eventos del programa pedaleando por un Álamo sano.

3. ESTADO DEL ARTE

La contaminación atmosférica es la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique un riesgo o daño para las personas y bienes de cualquier naturaleza.

Cuadro 1. Definición de contaminación atmosférica según distintos autores.

Autor	Año de publicación	Título del estudio	Principal resultado
La Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmosfera.	09 de Mayo del 2006	Programa Nacional de Reducción de Emisiones	La presencia en la atmósfera de materias, sustancias o formas de energía que impliquen molestia grave, riesgo o daño para la seguridad o la salud de las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.
Organización Mundial de la salud	2005	Contaminación del aire	Existe contaminación del aire cuando en su composición aparecen una o varias sustancias extrañas en determinadas cantidades y durante determinados períodos de tiempo, que pueden resultar nocivas para el ser humano, los animales, las plantas o la tierra, así como perturbar el bienestar o el uso de los bienes.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).	16 de junio del 2018	Fuentes de contaminación atmosférica	Son todas aquellas actividades, procesos u operaciones capaces de producir contaminantes del aire que se agrupan en fuentes puntuales, fuentes móviles, fuentes de área, fuentes naturales.
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (LGEEPA)	2008	Contaminación atmosférica.	Define en México las fuentes puntuales o fijas como toda instalación establecida en un solo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

Cuadro 2.Trabajos similares que se realizaron para la cuantificación de fuentes fijas y móviles

Autor	Año de publicación	Título	Descripción
PROAIRE	Junio 2018	Programa de gestión para mejorar la calidad del aire en el estado de Veracruz de Ignacio de la llave	Su propósito es establecer las bases de política pública que conlleven a desarrollo de esfuerzos articulados entre gobierno, sector privado y sociedad civil para mejorar la calidad del aire en las cuencas atmosféricas del estado con la finalidad de proteger la salud de la población veracruzana de los efectos nocivos causados por la contaminación atmosférica. Más allá, ProAire Veracruz está

			<p>encaminado al establecimiento de una estrategia que conduzca a la armonización del desarrollo económico del estado y la mejora de la calidad del aire, propiciando actividades más limpias, competitivas y eficientes dirigidas al logro de objetivos superiores de desarrollo del país, del estado y sus municipios.</p>
<p>Ing. Jaime González Magallanes</p>	<p>Mayo de 2000</p>	<p>Estimación de un inventario de emisiones provenientes de fuentes móviles para la ciudad de Chihuahua, Chih.</p>	<p>En este trabajo se realizan las primeras aproximaciones a un inventario de emisiones proveniente de fuentes móviles para la ciudad de Chihuahua. La primera de ellas se</p>

			realiza mediante un modelo específico, y la segunda mediante el empleo de sensores remotos.
Tatiana Clavijo	Céspedes	Mayo de 2014	<p>Prospectiva del Comportamiento de las Emisiones Generadas por las Fuentes Móviles en el Área Metropolitana de Monterrey, México</p> <p>En este documento se estudia en prospectiva el posible comportamiento futuro de las emisiones provenientes de las fuentes móviles en el Área Metropolitana de Monterrey y los diferentes mecanismos para su mitigación. Para esto se estimó una línea base a 2012 de las emisiones generadas teniendo en cuenta el tipo de vehículo, el año de fabricación, y el tipo de combustible</p>
Eduardo	Behrentz	2009	<p>Inventario de</p> <p>Durante el desarrollo</p>

Valencia		Emisiones Provenientes de Fuentes Fijas y Móviles de Bogotá	de este proyecto se llevó a cabo el inventario de emisiones provenientes de fuentes industriales para la ciudad de Bogotá haciendo uso de metodologías y procedimientos que corresponden al estado del arte en estos temas. Como parte de dicho esfuerzo se realizó una campaña masiva de campo sin precedentes en la historia reciente de la ciudad en la que se caracterizaron decenas de chimeneas industriales mediante mediciones de tipo isocinético. Adicionalmente, se realizó un empadronamiento
----------	--	---	---

		<p>del sector industrial de la ciudad en el que se visitaron cerca de 3,000 industrias con el fin de recolectar información primaria relacionada con el consumo de combustible y el tipo de proceso industrial utilizado. Durante la fase de campo del estudio se llevó a cabo un análisis de fotografías aéreas de alta resolución a partir del cual se determinó el inventario de chimeneas industriales de la ciudad. Con base en los resultados obtenidos en estas etapas se estimaron las emisiones de contaminantes generadas por la industria.</p>
--	--	---

Cuadro 3. De trabajos sobre alternativas o propuestas para combatir la contaminación atmosférica

Autor	Año de publicación	Titulo	Descripción
IMPLAN	7 de agosto de 2013	Plan de gestión ambiental para el municipio de Puebla	El trabajo se enfoca en promover la elaboración e implementación del Plan de Gestión Ambiental para el Municipio de Puebla (PGAMP), mismo que se define como un proceso permanente y de aproximaciones sucesivas, con el propósito de preservar, restaurar, conservar y utilizar de manera sustentable los recursos del medio ambiente,

			para que mediante este, la administración pública pueda realizar la planeación ambiental del corto, mediano y largo plazo
Big Fish	2006.	Proyecto para disminuir la contaminación del aire causada por los medios automotores en la ciudad de México a través del mejoramiento del transporte público y la inversión en tecnologías limpias.	El trabajo se enfoca en mejorar el transporte público tanto en su servicio como en su funcionamiento, buscando que este sea lo menos contaminante posible. Esta solución aunque no es completa, es la más viable en el contexto de esta ciudad, porque es imposible obligar a la gente a dejar el automóvil, pero es posible ofrecerle opciones de calidad para fomentar el uso del transporte colectivo.
Centro Mario Molina	mayo 2016	Soluciones de Fondo para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de	En dicho documento se pone énfasis en la urgencia de implementar

		México	medidas drásticas, para solucionar simultáneamente ambos problemas. Algunas de éstas son impopulares, por lo que es necesario comunicarle a la sociedad que saldría claramente beneficiada si dichas medidas se implementan con decisión y efectividad, pues de otra manera la situación en la ZMVM continuará empeorando.
Galván Rico, Luis E., Reyes Gil, Rosa E.	DICIEMBRE DE 2009	Algunas herramientas para la prevención, control y mitigación de la Contaminación ambiental	Este trabajo describe las principales herramientas utilizadas para prevenir, controlar y/o mitigar la contaminación ambiental. Estas soluciones incluyen la ejecución de programas de monitoreo preventivos con la utilización de señales de alarma temprana, el diseño y aplicación de tecnologías limpias, la formación de una conciencia pro-ambiental en los

			ciudadanos, la valoración económica de los recursos ambientales así como la asignación de precio a la contaminación, y la Gerencia Ambiental como estrategia empresarial para el aprovechamiento de los recursos naturales y la minimización en la generación de desechos.
--	--	--	--

4.METODOLOGÍA

4.1 Descripción del área de estudio

El área de estudio es la cabecera municipal de Álamo Temapache, es uno de los 212 municipios que integran el estado de Veracruz, se encuentra ubicado en la zona norte, (Figura 1), en las coordenadas 20° 55' latitud norte y 97° 41' longitud oeste a una altura de 40 metros sobre el nivel del mar. Tiene una superficie de 1,137.57 Km², cifra que representa un 1.56% total del estado.

Presenta un clima cálido húmedo, con una temperatura media anual de 24.3°C, precipitación pluvial media anual de 1,391 mm. El Municipio limita al norte con Tepetzintla, Cerro Azul y Tamiahua, al este con Tuxpam, al sur con Tihuatlán, Castillo de Teayo y el Estado de Puebla, al suroeste con Ixhuatlán de Madero y al oeste con Chicontepec (SEFIPLAN, 2014).

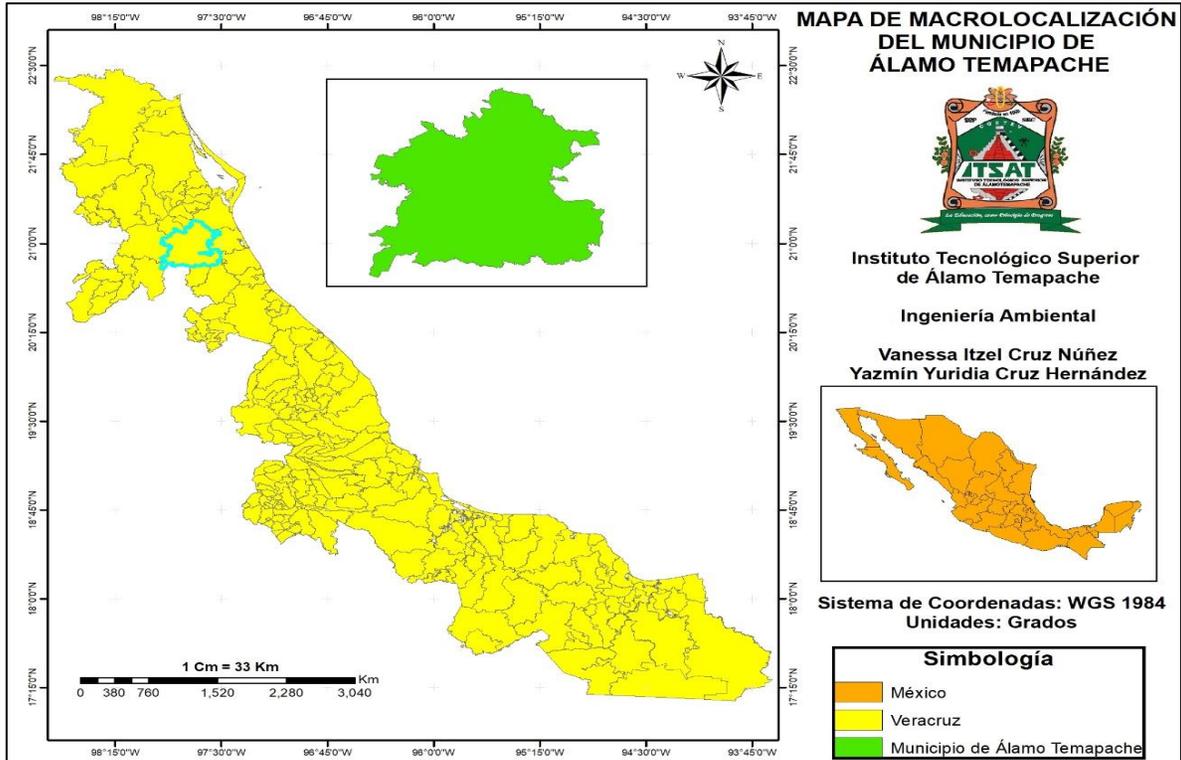


Figura 1. Macro localización del municipio de Álamo Temapache en México

El municipio está conformado por 180 localidades y su cabecera municipal es Álamo. El censo de Población y Vivienda 2010 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2014) registró una población total en el municipio de 104,499 habitantes.

El área de estudio del proyecto se centra en la cabecera municipal, tal como lo señala la figura 2.

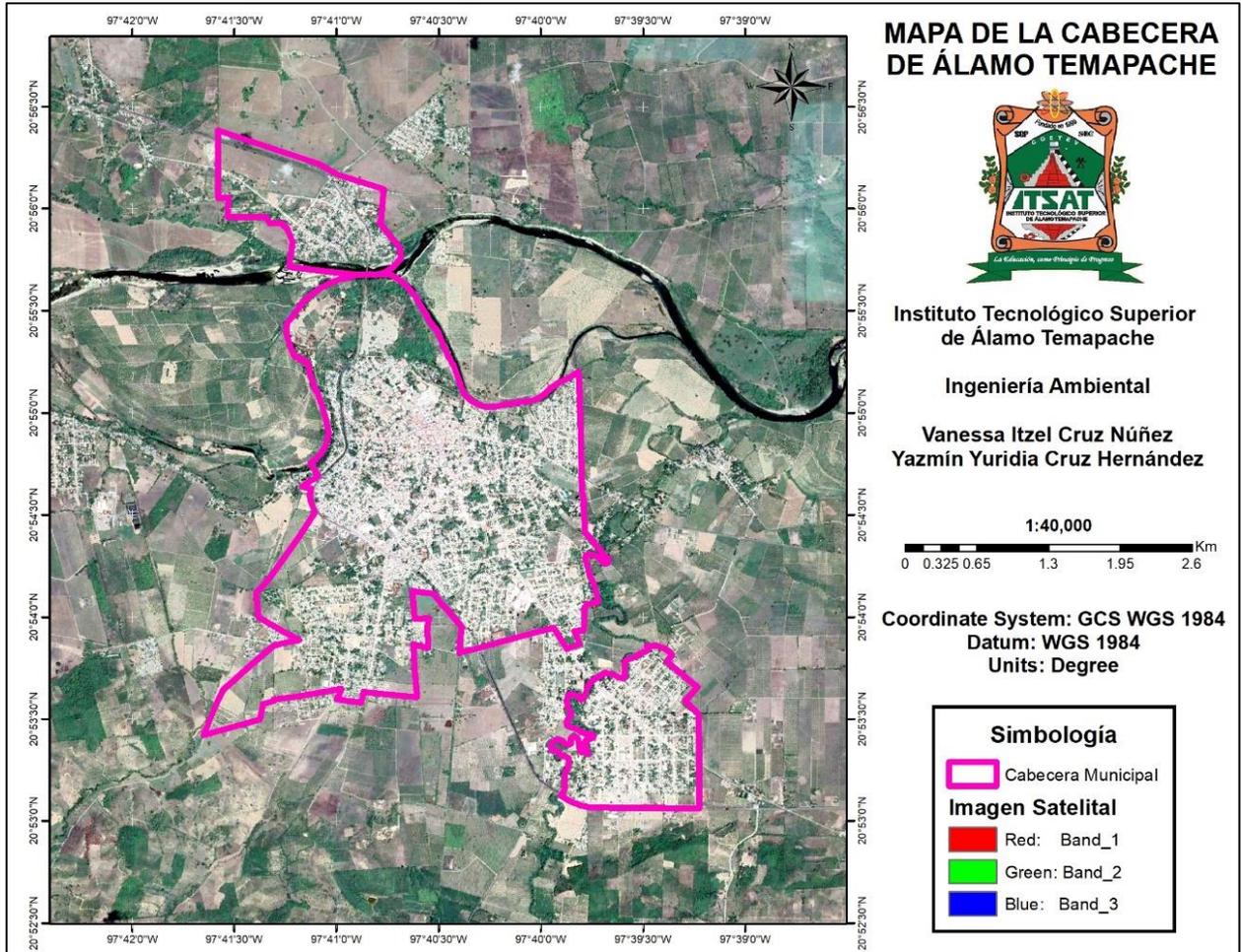


Figura 2. Mapa de la Cabecera Municipal de Álamo Temapache, Veracruz.

4.2 Censo de emisiones de fuentes fijas y móviles

Se realizó un censo en la cabecera municipal de la ciudad de Álamo Temapache, el cual consiste en la recolección de datos sobre fuentes fijas y móviles de contaminación atmosférica para conocer los tipos de fuentes de contaminación atmosférica.

4.3 Aplicación de encuestas

Se les aplicaron 250 encuestas a automovilistas como: choferes de taxis, camiones, motos y personas de establecimientos de comida, para saber si conocen los efectos de los contaminantes que se están arrojando al aire.

Las preguntas fueron las siguientes:

1. ¿Sabe que contaminantes son emitidos a la atmósfera por su vehículo?
2. ¿Cada cuánto verifica su vehículo?
3. ¿Sabe cuánto contamina su vehículo de transporte?
4. ¿Está dispuesto hacer uso de otras alternativas de transporte?
5. ¿Cuántos litros de gas o carbón consume al mes?
6. ¿Sabe que contaminantes se liberan a la atmosfera por el uso de gas o carbón?
7. ¿Ha considerado el uso de estufas ecológicas?

5. RESULTADOS

Se realizaron entrevistas y recorridos en la cabecera municipal de Álamo Temapache, las entrevistas fueron realizadas a choferes de taxis, autobuses, camiones y personas que trabajaban en establecimientos de comida como: taquerías, cafeterías, pollerías, hamburgueserías, entre otros.

A continuación, se describen los resultados del censo de acuerdo al tipo de fuente de contaminación:

5.1 Fuentes móviles

En el cuadro 4 se muestra el sitio y el número de taxis que circulan dentro de la cabecera municipal de Álamo Temapache, el sitio con mayor número de taxis es el Ídolo con 78 taxis y el sitio con menos taxis es Álamo la Tortuga, en total circulan 329 taxis en la cabecera municipal, con once rutas hacia colonias y comunidades del municipio y dos bases para los municipios de Tuxpan y Poza Rica.

Cuadro 4. Cantidad de taxis que circulan en la cabecera municipal de Álamo

Sitio	Cantidad de taxis
Aurrera-Centro	10
Taxis libres	25
Potrero	20
Álamo Tortuga	4
La Esperanza	33
El ídolo	78
Tuxpan	16
Hidalgo Amaxac	10
La soledad	10
Pueblo Nuevo	40
Poza Rica	10
Chapopote de Núñez	27
Limonar	46
total	329

Como se puede apreciar en el cuadro 4, de acuerdo con la información proporcionada por la Dirección de Medio Ambiente del municipio de Álamo Temapache, circulan 480 vehículos de carga pesada, predominando la marca Dina, Kenworth y Nissan, en menor proporción están los de la marca Mercedes Benz y Ford. Su principal actividad en el municipio es el

traslado de cáscara de naranja debido generada por el procesamiento de cítricos.

Cuadro 5. Cantidad de autobuses de carga pesada que circulan en la cabecera municipal de Álamo Temapache.

Marca	Número de Autobuses
Kenworth	113
Ford	16
Mercedez Benz	26
Dina	200
Nissan	125
Total	480

La marca de vehículos rápidos de dos ruedas que más circula en la cabecera municipal de Álamo es Italika con 125 unidades de motos, seguido de la marca Yamaha con 58 vehículos y 40 de la marca Honda. Con respecto a las motonetas sigue predominando la marca Italika con 35 unidades, seguido de la marca Vento con 18 y la Kawasaki con 12. Por último, el censo arrojó que la presencia de cuatrimotor de las marcas Italika, Yamaha y Honda con 15, 12 y 11 unidades, respectivamente, tal y como se aprecia en el cuadro 5.

Cuadro 6. Cantidad de motos, motonetas, cuatrimotor que circulan en la cabecera municipal de Álamo.

Vehículos	Marca	Cantidad
Motos	Honda	40
	Yamaha	58
	Italika	125
Motonetas	Vento	18
	Italika	35
	Kawasaki	12
Cuatrimotos	Honda	11
	Italika	15
	Yamaha	12

En el cuadro 6 se muestra la relación entre las emisiones de CO₂ que se liberan en un litro de gasolina, por un litro de agua (Gupta y Christopher, 2009). Se aprecia que entre más gasolina gaste un vehículo más contamina.

Cuadro 7.- Relación de emisiones y gasto de gasolina.

Gasolina (L)	CO ₂ (Kg)	Agua (L)
0,74	2,3	1
1,48	4,6	2
2,22	6,9	3
2,96	9,2	4
3,7	11,5	5
4,44	13,8	6
5,18	16,1	7

En el cuadro 8 se muestra la relación entre las emisiones de CO₂ que se liberan en un litro de diésel, por un litro de agua, entre más consumo de diésel tenga un vehículo más contamina (Gupta y Christopher, 2009).

Cuadro 8.- Relación de emisiones y gasto de diésel.

Diésel (L)	CO ₂ (Kg)	Agua (L)
0,85	2,6	1,15
1,7	5,2	2,3
2,55	7,8	3,45
3,4	10,4	4,6
4,25	13	5,75
5,1	15,6	6,9
5,95	18,2	8,05

5.2 Fuentes fijas

En el cuadro 8 se especifican los tipos de establecimientos que emiten fuentes de contaminación atmosférica, se identificaron 71 fuentes fijas emisoras de contaminantes atmosféricos en la cabecera, de las cuales 20 corresponden a comedores y que en promedio consumen 60 litros de gas por mes, seguido de 15 taquerías y 15 carnicerías con un consumo de gas por mes de 90 litros. Todos los establecimientos utilizan gas natural como materia prima para la venta de sus productos, de acuerdo a la información proporcionada, consumen aproximadamente un total 545 L de gas/ al mes. Se cuenta con cinco restaurantes en la cabecera municipio, pero se sabe que un litro de gas quemado libera 1,7 kg de CO₂ (Gupta y Christopher, 2009), entonces los establecimientos que más contaminan son los restaurantes, seguido de carnicerías y taquerías.

Cuadro 9.- Cantidad de establecimientos y consumo en gas.

Establecimientos	Cantidad de establecimientos	Consumo en Gas por mes
Comedores	20	60L
Taquerías	15	90L
Hamburgueserías	3	65L
Pollerías	5	60L
Restaurantes	5	120L
Cafeterías	8	60L
Carnicerías	15	90L
Total	71	545L

En la cabecera municipal se identificaron 16 fuentes fijas, su materia prima es el carbón, con un promedio mensual de consumo de 492 kg, como se muestra en el cuadro 9, se sabe que 1 kg de carbón quemado libera 1.83kg de CO₂ a la atmósfera (Gupta y Christopher, 2009).

Cuadro 10.- Consumo de carbón por mes los establecimientos ubicados en la cabecera del municipio de Álamo.

Establecimientos	Cantidad	Consumo
Pollerías	4	120kg
Hamburgueserías	5	360kg
Taquerías	7	12kg
Total	16	492kg

Con respecto a las encuestas aplicadas el 000% está dispuesto a cambiar

5.3 Análisis de las encuestas

Con respecto a las encuestas los resultados nos arrojan que el 40% no sabe cuáles son los contaminantes que emite su vehículo, pero si sabe que cada 6 meses lo debe de llevar a verificar, el 20% si está dispuesto a utilizar otro medio de transporte, en relación a los centros de comida el 10% sabe cuántos litros de gas o carbono consume mensualmente pero no sabe cuáles son los contaminantes que se producen por la quema de estos, el 30% está dispuesto a considerado el uso de estufas ecológicas.

5.4 Alternativas de mitigación para la reducción de emisiones

Las acciones enfocadas a la reducción de las emisiones al aire de contaminantes son indispensables para mejorar la calidad de vida y proteger el medio ambiente. Para controlar y prevenir las emisiones contaminantes generadas por fuentes fijas se implementarán estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire y procedimientos, junto especificaciones técnicas requeridas de acuerdo a la normatividad (Sánchez, 2018).

Dicho lo anterior, y para fines de este trabajo, se proponen algunas medidas de mitigación de acuerdo con los resultados arrojados del censo, y así poder mejorar la calidad del aire en la ciudad de Álamo Temapache, Veracruz.

- Tomar en cuenta y concientizar sobre el impacto de las emisiones de Dióxido de carbono (CO₂).
- Monitorear, notificar y verificar las emisiones, ya sea supervisando para que se cumplan las diferentes políticas y comprobar su efectividad, mediante la adopción del dispositivo Lot, que sirve para supervisar la calidad del aire.
- Mejorar la eficiencia energética reduciendo la cantidad de energía necesaria para proporcionar productos o servicios, como lo es la sustitución a bombillas LED, que están llevando a cabo muchos municipios y ciudades en sus sistemas de iluminación pública o en establecimientos.

- Transformar los patrones de movilidad, así como evitar el uso diario del transporte público, mediante campañas del uso de bicicletas o patines, el desplazamiento a pie, para limitar la circulación de vehículos privados.
- Consumir de energías renovables, para esto se invitaría a los establecimientos a la utilización de un sistema de autoconsumo como paneles solares.
- Implicación institucional en la lucha contra el cambio climático en la supervisión de las emisiones de CO₂, y desarrollo tecnológico.

6. CONCLUSIÓN

La contaminación atmosférica es uno de los problemas más grandes que hay en el mundo ya que las industrias y vehículos arrojan grandes cantidades de contaminantes al aire, los contaminantes más comunes son partículas o materia particulada, Monóxido de carbono, Dióxido de carbono, Óxidos de azufre, Óxidos de nitrógeno y Plomo, estos contaminantes pueden provocar distintos daños a la salud humana y al medio ambiente dañando así los ecosistemas.

En el censo encontramos que el carbón es uno de los contaminantes más dañinos para la salud ya que tiene efectos negativos para la salud como: cáncer de pulmón, accidentes cerebrovasculares, agravamiento asma entre otros. Se llegó a la conclusión que los taxis contaminan más que un auto particular ya que la cantidad de CO₂ emitida tiene una relación directa los kilómetros recorridos. Los camiones de carga, así como los autobuses son una fuente de contaminación dañina ya que por la antigüedad del vehículo no se tiene el control para regular sus emisiones y el uso de diésel provoca la salida de carbono negro.

Como parte de las propuestas para mejorar la calidad del aire se propone mejorar la eficiencia energética con la sustitución a bombillas LED en establecimientos, invitar a los establecimientos a la utilización de un sistema de autoconsumo como paneles solares, evitar el uso diario del transporte público y motivar a la gente en el uso de bicicletas o patines, el desplazamiento a pie, estas propuestas tiene el propósito de dar soluciones para disminuir la emisión de contaminantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ballester, F. (2005. 2 de marzo). Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Revista Española de Salud Pública*, 79 (2), 159-175. Obtenido de la Red Mundial el 11 de Febrero de 2021: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=170/17079207>.

Belausteguigoitia, J. *Proyecto para la aplicación de instrumentos económicos a la solución de problemas ambientales*. Editorial Alfaomega. Colombia, 1999.

CCA (Comunicación para la Cooperación Ambiental). Partículas suspendidas. *El mosaico de América del Norte: panorama de los problemas ambientales más relevantes*. Editora Consultora, Canadá, 2008.

Coloballes, N. V. (2016, 26 de mayo), Control de la contaminación atmosférica en México. Centro de Investigación y estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Obtenido en la Red Mundial el 24 de noviembre de 2020, http://scielo.isciii.es/pdf/dyn/v37n1/09_articulo5.pdf.

Dickson, T. R. *Contaminación Atmosférica: Química enfoque ecológico*. Editorial Limusa. México, 2003.

H. Ayuntamiento de Álamo Temapache 2018-2021. *Reglamento del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de Álamo Temapache*. Álamo, Temapache, 2018.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2014. Anuario Estadístico del estado de Veracruz. México. Obtenido en la Red Mundial el 28 de enero de 2021, http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/español/bvinegi/productos/anuario_14/702825065706.pdf

Lezama, J.L. Aire dividido, Crítica a la Política de aire en el Valle de México. Colegio de México. México, 2000.

LGEEPA (2008) “*Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente*” México, D. F., Obtenido en la Red Mundial el 09 de noviembre de 2020, <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.htm> .

Manahan, S., E. Química Ambiental. Editorial UNAM. México, 2011.

Mata, E. V. (2010, 25 de junio). Calidad del aire y sus efectos en la salud humana. *Consultora, Ambiente y Desarrollo CEGESTI*. Obtenido en la Red Mundial el 12 de octubre de 2020: http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_149_220511_es.pdf.

Martínez, J. *Cambio Climático: Una Visión desde México*. Instituto de Ecología A.V. México, 2005.

Martínez, J. *Resumen del programa veracruzano ante el Cambio Climático*. Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM, México, 2008.

OCDE. Evaluaciones de la OCDE sobre el desempeño ambiental. OCDE *Publishing*. México 2013.

Placeres, D. M. (2006, 14 de Mayo). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. Obtenido de la Red Mundial el 02 de enero de 2021: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032006000200008&lng=es&tlng=es.

Santamaría, S. *Estrategia para la vigilancia de la calidad del aire de la ciudad de Santa Fe de Bogotá*. Colombia, 1995.

SEFIPLAN (Secretaría de Finanzas y Planeación). 2014. Sistema de Información Municipal. Cuadernillos Municipales Álamo Temapache, Veracruz. Obtenido de la Red Mundial el 15 de octubre de 2020, http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2019/06/%C3%81lamo-Temapache_2019.pdf.

Sánchez, I. Y. (2018, 25 de mayo). Aplicación de modelos simplificados para la dispersión de contaminantes atmosféricos. *Revista Cubana de química*. Obtenido de la Red Mundial el 22 de diciembre de 2020: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000100008

SEDESOL. 2011. Atlas de riesgo del Municipio de Álamo Temapache, Veracruz, México. Obtenido de la Red Mundial el 23 de septiembre de 2020, http://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2011/vr_30160_AR_ALAMO-TEMPAPACHE.pdf.

Sibato, W., & Yudego, C. *Geoestadística y Medio Ambiente*. In G. Conesa, C. & G. J. Mertínez (Eds.), (pp. 11-25). España: Universidad de Murcia, 2014.

U.S. EPA. (2015). U.S. Environmental Protection Agency. Obtenido de la Red Mundial el 11 de diciembre de 2020, <http://www.epa.gov/tnt/scram>.

Vanegas, D. M. (2018, 15 de abril). Inventario de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes fijas de combustión del parque industrial del cantón cuenca- ecuador. *Revista centro azúcar*, 45, Obtenido de la Red Mundial el 02 de septiembre de 2020: <https://centrozucar.uclv.edu.cu>.

Yassi A, Kjellstrom T, de Kok T, Guidotti. *Salud Ambiental Básica* (versión al español). PNUMA. México, 2002.

Yohannessen, D. K. (2017, 11 de Febrero). Contaminación atmosférica efectos en la salud respiratoria del niño. Revista Médica Clínica los Condes,1, 3-4. obtenido de la Red Mundial el 25 de noviembre de 2020: <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2016.12.003>.

IEA. CO₂ emissions from fuel combustion. Highlights. 2011 Edition. France. 2011.

SASI group y M. Newman. 2006. Disponible en: www.worldmapper.org/textindex/text_index.html. Septiembre de 2012