



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD MADERO
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION
MAESTRIA EN GESTION ADMINISTRATIVA



"POR MI PATRIA Y POR MI BIEN"

TESIS

IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL DE EMISIONES PARA GARANTIZAR EL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DE AIRE EN LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA DEL SUR DE TAMAULIPAS

Que para obtener el grado de
Maestro en gestión administrativa

Presenta
Ing. Eugenio Ramírez Betancourt
G15071362
CVU 1327507

Director de tesis
Dr. Jesús Gómez Rojas
CVU 389076

Co-Director de tesis
Dra. Margarita Zavala Arce
CVU 971078

Cd. Madero, Tamaulipas

Octubre 2023

Ciudad Madero, Tamaulipas, 17/octubre/2023

Oficio No.: U.124/2023
Asunto: Autorización de impresión de tesis

C. EUGENIO RAMÍREZ BETANCOURT
No. DE CONTROL G15071362
P R E S E N T E

Me es grato comunicarle que después de la revisión realizada por el Jurado designado para su Examen de Grado de Maestría en Gestión Administrativa, se acordó autorizar la impresión de su tesis titulada:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL DE EMISIONES PARA GARANTIZAR EL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DE AIRE EN LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA DEL SUR DE TAMAULIPAS”

El Jurado está integrado por los siguientes catedráticos:

PRESIDENTE:	MTRO. JESÚS GÓMEZ ROJAS
SECRETARIA:	DRA. MARGARITA ZAVALA ARCE
VOCAL:	MTRA. MA. DEL LOURDES MAYAGOITIA ASOMOZA
SUPLENTE:	MTRA. BRENDA ARACELY BETANZOS TLAPA
DIRECTOR DE TESIS:	MTRO. JESÚS GÓMEZ ROJAS
CO-DIRECTORA:	DRA. MARGARITA ZAVALA ARCE

Es muy satisfactorio para la División de Estudios de Posgrado e Investigación compartir con usted el logro de esta meta. Espero que continúe con éxito su desarrollo profesional y dedique su experiencia e inteligencia en beneficio de México.

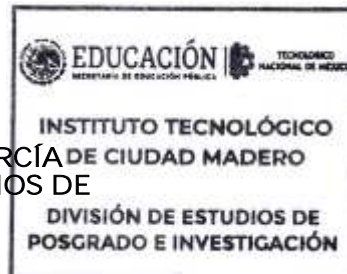
ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica

"Por mi patria y por mi bien"



MARCO ANTONIO CORONEL GARCÍA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN



c.c.p.- Archivo
MACG/BABT



Dedicatoria

Empezar este reto fue fácil, al iniciar creí que bastaría con desearlo para tenerlo, pero no fue así por esa razón este trabajo está dedicado a las personas que estuvieron conmigo en este largo y sacrificado camino, Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Eugenio y Gladis quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, por extender sus manos hacia mí en los momentos que lo necesito, muchas gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. Les dedico a ustedes este logro, amados padres.

A mi hermana Nicole y mi pareja Diana por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. Y a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis ángeles que me cuidan desde el cielo, que siempre han estado guiándome y cuidándome cuando más las necesito, por el amor brindado cada día, siempre los llevo en mi corazón.

Reconocimientos

La realización de esta investigación de tesis fue posible gracias al apoyo de mi tutor el Dr. Jesús Gómez Rojas y de mi Codirectora de Tesis la Dra. Margarita Zavala Arce, sin ustedes y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil. Sus consejos fueron siempre útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para escribir lo que hoy he logrado. Ustedes formaron parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que los caracterizan. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento cuando más las necesité; por estar allí cuando mis horas de trabajo se hacían confusas. Gracias por sus orientaciones y comprender mis ideas, sobre todo mejorarlas a través de comentarios e ideas percibidas en clase, provocaron reflexiones que permitieron estructurar la presente investigación.

Así mismo al apoyo de mis docentes ya que sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, a ustedes mis profesores queridos, les debo mis conocimientos. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mi transitar profesional. Su semilla de conocimientos germinó en el alma y el espíritu. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia.

A las personas entrevistadas por la confianza y la sinceridad brindada al aportar respuestas certeras para el desarrollo de encuestas importantes para la presentación de resultados.

A mis padres, mi hermana y mi pareja por haber sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

Resumen

El control de emisiones dentro de una empresa es herramienta que se usa para identificar fuentes emisoras de contaminantes y sirven para desarrollar planes y programas de gestión y control de la contaminación para mejorar la calidad del aire, así como optimizar la quema de combustibles dentro del proceso.

Para México los controles de emisiones se calculan con metodologías propuestas por los gobiernos federales y estatales usan estas metodologías adecuándolas a la situación en México. Es necesario planear adecuadamente el desarrollo de control de emisiones en México y sobre todo incluir en el proceso para la evaluación del control de calidad.

Es necesario contar con un instrumento de regulación que nos permita recolectar información local de las industrias y con esta información elaborar una base de datos de la industria federal, estatal o local.

La metodología propuesta en este trabajo de tesis sirve para la evaluación del control de emisiones. Esta metodología es práctica y fácil de usar sobre todo si no se cuenta con experiencia en el área de control de emisiones.

Las deficiencias encontradas para cada sección se pueden corregir de diferentes maneras, la más común es revisando a fondo la información de la empresa ya sea en registros actuales y/o registros históricos, otra forma es realizando llamadas a los responsables técnico de la empresa y, el último recurso, sería la verificación de la información en campo. Cualquiera de estas formas de correcciones requiere de tiempo que se suma al proceso de control de emisiones y normalmente se tiene resultados a largo plazo.

El presente trabajo propone un procedimiento para implementar el proceso de control de emisiones de contaminantes atmosféricos criterios desde fuentes fijas a escala local. Se utilizan los métodos: tormenta de ideas, gestión por procesos, ciclo PHVA, diagnóstico, diagrama de Pareto y mejora continua; así como el trabajo en equipo y la cooperación entre los actores claves. Su aplicación permite: elaborar el control de emisiones de fuentes fijas, realizar mediciones y los cálculos al 80% de las fuentes seleccionadas. Se obtuvo el volumen total de gases secos y húmedos, el flujo y la concentración de cada contaminante emitido. Los métodos utilizados para la cuantificación de las emisiones de los contaminantes primarios del aire pueden ser generalizables en el entorno urbano cubano, para controlar las emisiones de fuentes fijas de combustión que representan el mayor por ciento en las ciudades.

Palabras Claves: control de emisiones, emisiones de contaminantes atmosféricos, fuentes fijas de contaminantes.

Abstract

Emissions control within a company is a tool that is used to identify sources of pollutants and serve to develop pollution management and control plans and programs to improve air quality, as well as optimize the burning of fuels within the process.

For Mexico, emissions controls are calculated with methodologies proposed by federal and state governments, using these methodologies, adapting them to the situation in Mexico. It is necessary to adequately plan the development of emissions control in Mexico and, above all, include it in the process for evaluating quality control.

It is necessary to have a regulatory instrument that allows us to collect local information from industries and with this information create a federal, state or local industry database.

The methodology proposed in this thesis works for the evaluation of emissions control. This methodology is practical and easy to use, especially if you do not have experience in the area of emissions control.

The deficiencies found for each section can be corrected in different ways, the most common is by thoroughly reviewing the company's information either in current records and/or historical records, another way is by making calls to the company's technical managers and, The last resort would be to verify the information in the field. Any of these forms of corrections require time that adds to the emissions control process and normally has long-term results.

The present work proposes a procedure for implementing the control of primary atmospheric contaminant emissions process from fixed sources at a local scale, using: brainstorming, management procedure, cycle PHVA, diagnoses, diagram of Pareto and continuous improvement, the team work and the cooperation between all the interested

parts. The application of this process allows: to create an inventory of the pollutants emissions from fixed sources, realizing measurement and calculations at 80% at the selected points. Obtain: the total volume of gases, dry and wet, the flood and concentration of just one pollutant emission. The method for quantification of the common air pollutant emissions can be generalizing in urban environment for control of emissions from fixed sources combustion that represent the most percent in the city.

Key Words: emissions control, atmospheric contaminant emissions, contaminant fixed sources.

Índice

Dedicatoria	iii
Reconocimientos	iv
Resumen	v
Abstract	vii
Lista de Figuras	xii
Lista de Gráficas	xiii
Lista de Tablas	xv
Introducción	1
Capítulo I	4
1.1 Presentación y descripción del problema de investigación	4
1.2 Declaración del problema de investigación	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Justificaciones	6
1.5 Importancia del trabajo de Investigación	6
1.6 Limitaciones del Trabajo	6
1.7 Delimitaciones de la Investigación	7
1.8 Conceptualización de las variables de la investigación	7
1.9 Hipótesis planteada	8
Capítulo II	9
2.1 Marco terminológico	9
2.2 Marco histórico	17
2.3 Marco Normativo o Legal	24
2.3.1 Normas Oficiales Mexicanas	25
2.3.1.1 Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la SEMARNAT	25
2.3.1.2 Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la Secretaría de Salud	27
2.3.2 Normatividad	28

2.5 Los fundamentos teóricos.....	34
Capítulo III.....	46
3.1 Tipo de estudio.....	46
3.2 Diseño de la investigación.....	46
3.3 Nacimiento de la idea.....	47
3.4 La población o sujeto de estudio.....	47
3.5 El tamaño de la muestra.....	50
3.6 Tipo de muestreo.....	50
3.7 Instrumentos para capturar la información.....	52
3.8 La prueba piloto.....	53
3.9 El instrumento final.....	53
3.10 Software a utilizar.....	55
3.11 Equipos a utilizar.....	55
3.12 Técnicas de tabulación de la información.....	56
Capítulo IV.....	57
4.1 Análisis de las preguntas de la encuesta.....	58
4.2 Análisis de toma de muestras en proceso.....	82
4.3 Identificación de áreas de oportunidad de las empresas en el área de control de emisiones.....	89
4.4 Propuesta de concientización sobre el control de emisiones.....	91
4.5 Elaboración un listado de requisitos para cumplir con las normas nacionales para cumplir con auditorías externas.....	94
4.6 Diseño de un sistema de monitoreo de emisiones continuo con bajo índice de mantenimiento.....	97
Capítulo V.....	103
5.1 Respuesta a las preguntas de investigación.....	103
5.2 Conclusión del objetivo general de la investigación.....	103
5.3 Conclusión de los objetivos específicos.....	104
5.4 Conclusión de la hipótesis.....	104

5.5 Conclusiones generales.....	105
5.6 Recomendaciones	105
5.7 Aportaciones de la investigación	106
Anexos.....	108
Anexo A Encuesta para empresas.....	109
Anexo B Datos de analizador portátil para pruebas	112
Anexo C Leyes aplicables al control de emisiones	118
Bibliografía	122

Lista de Figuras

Figura 2.1 Esquema del papel del monitoreo dentro del ciclo de la gestión de la calidad del aire.	43
Figura 3.1 Instrumento final montado sobre chimenea de proceso	54
Figura 4.1 Operación de sistema de monitoreo de emisiones	82
Figura 4.2 Pantalla de análisis de proceso de empresa participante 1	83
Figura 4.3 Pantalla de análisis de proceso de empresa participante 2	84
Figura 4.4 Pantalla de análisis de proceso de empresa participante 3	84
Figura 4.5 Pantalla de análisis de proceso de empresa participante 4	86
Figura 4.6 Pantalla de análisis de proceso de empresa participante 5	86
Figura 4.7 Pantalla de rangos máximos permitidos antes de alarma de sistema	87
Figura 4.8 Gráfica de resultados de medición con sonda en proceso en empresa participante. 87	
Figura 4.9 Proceso de control de emisiones	101

Lista de Gráficas

Gráfica 4.1 Preocupación por la contaminación del aire.....	58
Gráfica 4.2 Distribución porcentual sobre que tanto afecta a la población la contaminación del aire en su vida cotidiana (Altamira 2023).....	60
Gráfica 4.3 Distribución porcentual sobre factores que causan el aumento de temperatura en la última década (Altamira 2023)	61
Gráfica 4.4 Distribución porcentual sobre acciones que debemos realizar para minimizar el cambio climático (Altamira 2023).....	62
Gráfica 4.5 Distribución porcentual sobre su opinión de cómo será la calidad del aire en los próximos 10 años (Altamira 2023)	64
Gráfica 4.6 Distribución porcentual acerca de los distintos combustibles utilizados en los procesos internos. (Altamira 2023).....	65
Gráfica 4.7 Distribución porcentual acerca del acceso a información correspondiente en chimeneas de proceso. (Altamira 2023).....	66
Gráfica 4.8 Distribución porcentual acerca del acceso a información correspondiente de las normas aplicables al control de emisiones. (Altamira 2023)	67
Gráfica 4.9 Distribución porcentual acerca de la recepción de auditorías internas o externas o visitas por parte de SEMARNAT. (Altamira 2023)	69
Gráfica 4.10 Distribución porcentual acerca de la frecuencia de recepción de auditorías internas o externas o visitas por parte de SEMARNAT. (Altamira 2023)	70
Gráfica 4.11 Distribución porcentual acerca de la presentación de problemas ocasionados por emisiones fuera de control. (Altamira 2023).....	71
Gráfica 4.12 Distribución porcentual acerca haber recibido multas o clausuras temporales por causa de exceso de emisiones a la atmósfera (Altamira 2023)	72
Gráfica 4.13 Distribución porcentual acerca el número de turnos operados diariamente (Altamira 2023).....	73

Gráfica 4.14 Distribución porcentual acerca el promedio de días que opera su proceso en al mes (Altamira 2023).....	74
Gráfica 4.15 Distribución porcentual acerca del conocimiento de la importancia del control de oxígeno dentro de una combustión en el proceso. (Altamira 2023).....	76
Gráfica 4.16 Distribución porcentual acerca la existencia de instrumentos de medición de emisiones en sus plantas (Altamira 2023)	77
Gráfica 4.17 Distribución porcentual acerca del número de compuestos analizados por los instrumentos de medición de emisiones en sus plantas (Altamira 2023)	78
Gráfica 4.18 Distribución porcentual acerca si estuviesen interesados en optimizar la quema de combustibles en su proceso (Altamira 2023).....	80
Gráfica 4.19 Límites máximos recomendados de algunos contaminantes	88

Lista de Tablas

Tabla 2.1 Valores normados para las concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente	28
Tabla 2.2 Los métodos de medición para determinar la concentración de contaminantes	29
Tabla 3.1 Población elegida para proyecto de implementación de control de emisiones.	48
Tabla 3.2 Tabla para tabulación de información	56
Tabla 4.1 Preocupación por la contaminación del aire.....	58
Tabla 4.2 ¿Qué tanto afecta la contaminación del aire?.....	59
Tabla 4.3 Factores que han causado el aumento de la temperatura en la última década.....	60
Tabla 4.4 Acciones realizables para minimizar el cambio climático	62
Tabla 4.5 ¿Cómo será la calidad de aire en 10 años?.....	63
Tabla 4.6 Combustibles utilizados en el proceso	64
Tabla 4.7 Existencia de monitoreo de emisiones en chimeneas.....	65
Tabla 4.8 Conocimiento las normas aplicables al control de emisiones	67
Tabla 4.9 Visitas por parte de SEMARNAT o un auditor interno/externo	68
Tabla 4.10 Frecuencia de recepción de visitas por parte de SEMARNAT o un auditor interno/externo para el área de emisiones.....	69
Tabla 4.11 Problemas en el pasado ocasionados por emisiones a la atmosfera fuera de control.	70
Tabla 4.12 Multas o Clausuras temporales por causa de exceso de emisiones a la atmósfera..	72
Tabla 4.13 Numero de turnos (8:00 hrs) de operación de su proceso.	73
Tabla 4.14 Días al mes en promedio de operación de su proceso	74
Tabla 4.15 Conocimiento acerca de importancia del control del oxígeno dentro de una combustión en su proceso.....	75
Tabla 4.16 Existencia de instrumentos específicos de medición de emisiones en su proceso. .	76
Tabla 4.17 Numero de compuestos máximos analizados en su control de emisiones actual....	78

Tabla 4.18 interés sobre la optimización la quema de combustibles en su proceso.....	79
Tabla 4.19 Sumario de preguntas	80

Introducción

Parece una obviedad el decir que la globalización (definida muy sucintamente por Miren Etxezarreta como “el nombre que se da a la etapa actual del capitalismo” (Etxezarreta, 2001) está teniendo unas consecuencias ambientales graves y crecientes. Los problemas ambientales originados por el sistema económico, político y social actual no han dejado de aumentar desde la revolución industrial, aunque el deterioro ambiental no ha sido ni uniforme ni creciente sin cesar en todos los lugares, ya que el nivel de agresión ambiental ha ido evolucionado a lo largo del tiempo. (Rodríguez Murillo 2007).

Es cierto que diversos estudios demuestran cómo algunos de los diferentes problemas ambientales, como la calidad del agua potable y, ciertos contaminantes como el dióxido de azufre, mejoran al aumentar el nivel económico de un país (Etxezarreta, 2001).

Sin embargo, problemas como la generación de residuos y las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), principal gas de efecto invernadero, parecen aumentar considerablemente. El consumo de recursos naturales aumenta también de manera visible con la prosperidad.

Se ha logrado producir una sustitución de recursos a lo largo de la historia, lo que ha evitado el agotamiento de varios de ellos como la madera, al ser sustituida en los países desarrollados por el carbón y este al ser sustituido por otros combustibles, como la energía nuclear. Es evidente que la base de recursos es finita y que también lo es la capacidad de sustitución de unos recursos por otros. El uso de los nuevos recursos ha provocado a su vez problemas ambientales muy graves.

La globalización en base al capitalismo genera un gran número de efectos negativos para el medio ambiente(Fenton, 1997), debido a diferentes factores entre los cuales se encuentra el hecho de que los mercados internacionales constantemente generen un aumento a gran escala de los recursos energéticos, y como consecuencia se incrementa la emisión de sustancias contaminantes.

Estos contaminantes provocan a su vez el cambio climático y el calentamiento global, que actualmente representa una amenaza para el desarrollo humano y afectan a todos los habitantes de la Tierra (McPeter, 1999).

Otra problemática se presenta en los países más pobres que se ven en la necesidad de sobreexplotar sus recursos naturales, debido a las altas demandas generadas por los consumidores y de igual forma por la necesidad de cubrir las deudas externas que han contraído con los países ricos. Curiosamente, son los países ricos los encargados de explotar los recursos naturales de los países pobres, lo que genera un gran beneficio para estas compañías extranjeras.

Muchos países han abusado de sus recursos naturales para lograr maximizar su producción, lo han hecho sin ningún tipo de moderación y estos recursos pueden llegar a ser explotados hasta su agotamiento.

Uno de los efectos negativos sobre el medio ambiente más destacado es el adelgazamiento de la capa de ozono producidos por los gases CFC emitidos a la atmósfera, lo que está provocando una mayor exposición a la radiación emitida por el sol, un aumento de la temperatura (McPeter, 1999), deshielo de los casquetes polares, aumento del nivel del mar, desalinización de los mares, con sus consecuentes cambios de corrientes, cambios de los fenómenos climatológicos, y muerte de los ecosistemas marinos por la desalinización.

Otro efecto es el efecto invernadero provocado por la emisión de gases nocivos a la atmósfera como el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y fluoruros. Estos gases provocan una capa en la atmósfera que no deja entrar ni salir el calor y que está provocando un aumento considerable de la temperatura en todo el globo terráqueo.

De igual forma, otro factor que afecta a la naturaleza es la utilización de energía contaminante y escasa, como es la quema de combustibles fósiles: petróleo, gas natural, combustibles sólidos, que contribuye al efecto invernadero.

Otros efectos nocivos que sufren las sociedades industrializadas, impulsadas por el proceso globalizador, son los humos producidos en los procesos industriales, la generación de residuos industriales y nucleares, la destrucción de bosques con la tala indiscriminada de árboles y la consecuente reducción de oxígeno que también producen desertización, la utilización de disolventes que contaminan el agua, la destrucción de ecosistemas, la reducción de la biodiversidad para la comercialización de algunas especies hasta su extinción, el uso masivo de fertilizantes en la agricultura que degradan el suelo, el agotamiento de los yacimientos y recursos minerales y la contaminación de mares, ríos, y atmósfera.

Es así como en la actualidad el proceso de globalización económica está causando un gran impacto ecológico acelerando el consumo de los recursos naturales.

Todos los grandes problemas ambientales que se presentan en la actualidad han existido desde años atrás en los diferentes países del mundo, pero en los últimos años han cobrado más importancia y se han ido generalizando.

Capítulo I

Presentación y descripción del Problema de Investigación

En el presente capítulo se abordan las cuestiones teóricas que sustentan el planteamiento. Se menciona una estructura que muestran como se abordan estudios previos del tema, identificación de problemáticas y la fijación de objetivos al terminio de este estudio de investigación, así mismo se repasará el enfoque de la teoría de la organización industrial respecto a control de emisiones. El capítulo concluye haciendo un recuento de diversos trabajos que han abordado temas parecidos para el caso de México resaltando las coincidencias y diferencias de dichos trabajos con esta tesis.

1.1 Presentación y descripción del problema de investigación

Se detectó debido a la necesidad de las empresas de giro industrial por la necesidad cumplir con las normas de calidad y control de emisiones a la atmósfera, con respecto a las chimeneas y puntos de emisión de sus procesos. La contaminación por emisiones es un problema que se presenta en cualquier lugar y a todo momento, un ejemplo claro, son las emisiones de los automóviles, las cuales generan gases que afectan la capa de ozono, a su vez en la mayoría de los estados se realizan verificaciones semestrales con el fin de sacar de circulación los autos que no están aptos para circular debido a las emisiones que generan durante su circulación.

1.2 Declaración del problema de investigación

Con el fin de tener un control de emisiones, lo que se traduce en ganancias y optimización de recursos, así como también evitar posibles multas o clausura, el organismo encargado de tener bajo control los límites de emisiones permitidas para las empresas es el gobierno, por lo que se requiere implementar auditorias con el fin de que las empresas reporten valores confiables emitidos por un sistema de

monitoreo, el cual en caso de no presentarse o no contar con la información comprobable, serán motivo de multa o clausura debido a no cumplir con los requerimientos mínimos para su operación.

1.3 Objetivos

De acuerdo con el planteamiento del problema previamente estipulado, se contemplan los siguientes objetivos.

1.3.1 Objetivo general

Propuesta de implementación de un sistema de monitoreo de emisiones para que empresas petroquímicas de la zona cumplan con normas nacionales necesarias para su operación.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar el mercado existente para empresas de control de emisiones.
- Recopilar información a través de entrevistas y visitas a personal de distintas empresas.
- Identificar puntos débiles de las empresas en el área de control de emisiones.
- Elaborar propuesta de concientización sobre el control de emisiones en la industria
- Elaborar un listado de requisitos para cumplir con las normas nacionales para cumplir con auditorías externas.
- Diseñar un sistema de monitoreo de emisiones continuo con bajo índice de mantenimiento.

1.4 Justificaciones

Al considerar un servicio de análisis, instalación, y mantenimiento de un sistema de monitoreo y control, genera una propuesta para solucionar en el área de emisiones a empresas de la zona cercana las cuales presenten emisiones en su proceso debido a la quema de sus combustibles en durante su producción. Por lo que busca con esta investigación beneficiar al sector industrial para cumplir con normas para su operación, así como, directamente a la población de las ciudades donde se encuentran los puntos de emisión (industrias).

1.5 Importancia del trabajo de Investigación

El control de emisiones es un control necesario a nivel mundial, por lo que esta investigación podría implementarse a cualquier empresa nacional que requiera cumplir con normas establecidas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y otras normas nacionales para su operación dentro del país, es una oportunidad laboral debido a que es una ley que va estar vigente durante mucho tiempo obligando a la empresa a tener un control de sus emisiones durante todo el año, por lo que generaría área de desarrollo para implementar y dar mantenimiento a los sistemas de monitoreo de emisiones.

1.6 Limitaciones del Trabajo

Las limitaciones directas para el investigador se clasifican en:

- Económicas, las cuales fueron directamente el presupuesto necesario para desarrollarse debido al desplazamiento en la zona con el fin de recabar información acerca del proceso manejado por cada empresa, así mismo, la inversión en instrumentos necesarios para desarrollar el proyecto.
- Temporales, el tiempo es un obstáculo significativo debido a que el investigador actualmente labora en un horario completo, por lo que desarrollará el proyecto,

posterior a su salida de su centro de trabajo y fines de semana, lo cual no garantiza que se cumpla el plazo planteado.

- Legales, debido a que el investigador realizó su proyecto de manera personal, muchos de sus clientes potenciales, podrían negar el acceso a información necesaria para conocer su proceso o entrar a sus instalaciones por lo que es una limitante que impacta al proyecto.
- Sociales, por otra parte, la parte social pudo afectar al investigador debido a que, muchas veces se dificultó recabar información en base a encuestas debido a que la participación de la sociedad en recopilación de información siempre es un factor presente como obstáculo.

Los resultados de las encuestas y de los muestreos se presentarán omitiendo los nombres de las empresas y en su lugar mencionándolos como participante 1, participante 2 y así sucesivamente a fin de proteger la privacidad de la información recabada.

1.7 Delimitaciones de la Investigación

El investigador realizó el proyecto enfocado al sector petroquímico de la zona conurbada del sur de Tamaulipas con un radio de alcance máximo de 50 km a la redonda.

El inicio del proyecto fue en el mes marzo de 2022 y se estima una duración de 1 año en su primera etapa, la cual solo contempla industria petroquímica.

1.8 Conceptualización de las variables de la investigación

Control de emisiones = f(Emisiones provocadas por la industria, multas por contaminación, clausura de empresas debido a alta contaminación)

Trabajaremos con 3 variables generales, en las cuales, el resultado principal de esta investigación es apoyar a la contribución del medio ambiente generando un servicio

para el control de emisiones durante procesos de transformación de materia en la industria. Sistema de monitoreo de emisiones y a partir de analizadores de gas en línea bajo requerimientos de las normas nacionales aplicables al control de emisiones.

1.9 Hipótesis planteada

A partir de análisis de encuestas e información recabada a través de muestreo en proceso en chimeneas es posible plantear una propuesta de implementación de un sistema de monitoreo de emisiones para que empresas petroquímicas de la zona puedan cumplir con normas nacionales necesarias para su operación

”

Capítulo II

Marco teórico

El presente capítulo tiene la finalidad de exponer y dar a conocer diferentes marcos o apartados, que tendrán como objetivos ayudar a comprender mejor todos los detalles del proyecto de investigación. Los marcos para considerar en este capítulo son los siguientes: el marco terminológico, el marco histórico, el marco organizacional, el marco normativo o legal y los fundamentos teóricos.

Cada uno de los diferentes marcos será abordado en el orden señalado y se presentará su contenido y la forma en que será desarrollado cada uno de ellos.

2.1 Marco terminológico

En este apartado se presentan y se desarrollan una serie de términos técnicos y otros términos de uso cotidiano tales como modismos, frases y refranes utilizados de manera frecuente en este campo del control de emisiones.

Los términos considerados forman parte del control de emisiones y tienen un impacto interno en la empresa y un impacto externo debido a la responsabilidad social de la organización la cual juega un papel importante en la toma de decisiones de la empresa.

Dichos conceptos posibilitan un factor indispensable para generar en el público un ambiente de responsabilidad y conciencia de los resultados que se obtienen día con día en sus procesos.

Por otro lado, se habla de un término novedoso para la época llamado clima organizacional, el cual, ha sido objeto de estudio durante varios años, pero actualmente ha cobrado valor en las empresas.

A continuación, se presentan en un estricto orden alfabético los términos señalados:

- **Acondicionamiento de muestra:** “Es un sistema necesario para llevar una muestra a un sensor en condiciones que permitan medirla con precisión. Cuando una muestra está demasiado húmeda, caliente, sobre presurizada, sucia o químicamente agresiva, existe el peligro de dañar el sensor” (MSA, 2023).
- **Advección:** “Transporte horizontal de aire, humedad u otras propiedades atmosféricas por la acción del viento” (Bol s. f., 2009).
- **Análisis:** “Estudio profundo de un sujeto, objeto o situación con el fin de conocer sus fundamentos, sus bases y motivos de su surgimiento, creación o causas originarias” (Martínez, 2021).
- **Atmósfera:** “Capa de gases que rodea la tierra que sirve como medio de protección de la radiación que proviene del espacio exterior. Se divide en capas, dependiendo de la altura a las cuales se encuentran, siendo éstas: troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera” (RAE, 2022).
- **Capa de Ozono:** “Acumulación de Ozono (O₃) situada entre 10 y 15 kilómetros de altura, formada por la acción de los rayos solares sobre las moléculas de oxígeno (O₂). Esta zona, que en realidad no es una capa, sino un área en que hay mayor presencia de ozono, filtra la mayoría de los rayos ultravioletas que integran el espectro de la luz solar. Hay elementos que descomponen el ozono de la capa, como los clorofluorocarbonos (CFC) usados en refrigeración,

aerosoles enlatados y otros procesos, los cuales serían responsables del adelgazamiento de la capa en todo el planeta, fenómeno que es más álgido en el Polo Sur” (OMM, 2002).

- **Catalizador:** “Cuerpo capaz de producir la transformación catalítica. Tiene como misión disminuir los elementos polucionantes contenidos en los gases de escape de un vehículo mediante la técnica de catálisis” (Tejerina, 2015).
- **Caudal de emisión:** “Masa de contaminante transferida a la atmósfera por unidad de tiempo” (Martínez, 1997).
- **Caudal de inmisión:** “Masa de contaminantes transferida al receptor por unidad de tiempo” (Martínez, 1997).
- **Clorofluorocarbonos (CFC):** “Sustancias químicas utilizadas para producir aerosoles, espuma plástica, equipos refrigerantes y chips de computadores. Son la causa principal del adelgazamiento del ozono atmosférico y también contribuyen al efecto invernadero” (Vélez, 2010).
- **Compuestos orgánicos volátiles (COV):** “Compuestos químicos basados en el carbono que se emiten a la atmósfera por fuentes naturales o como consecuencia de actividades humanas (como la utilización de disolventes, pinturas o barnices, el almacenamiento de combustibles de transporte y su utilización en las gasolineras, los gases de escape de los vehículos)” (Arévalo, 2019).
- **Concentración de la emisión:** “Concentración de contaminantes del aire en una emisión en sus puntos de descarga” (Arévalo, 2019).
- **Concentración máxima admisible:** “Cantidad límite de contaminantes que se pueden arrojar a un río o a la atmósfera sin que se llegue a poner en peligro la salud o existencia del hombre, animales o plantas” (Arévalo, 2019).
- **Concentración.** – “Es la magnitud que permite medir y dar a conocer cuánta cantidad de sustancia se puede encontrar en cada unidad de volumen” (RAE, 2009).

- **Contaminación atmosférica:** “Limitada a la situación en la cual la atmósfera exterior contiene una concentración de materiales que son perjudiciales para el ser humano y su entorno” (OMS, 2022).
- **Contaminación.** – “Alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos” (RAE, 2022).
- **Contaminación:** “Cambio perjudicial en las características químicas, físicas y biológicas de un ambiente o entorno. Afecta o puede afectar la vida de los organismos y en especial la humana” (RAE, 2022).
- **Contaminante:** “Todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental” (OMS, 2022).
- **Dióxido de azufre (SO₂):** “Combustión del carbón que contiene azufre. Es el causante de la lluvia ácida” (ECHA s.f., 2010).
- **Dióxido de carbono (CO₂):** “Gas inodoro, incoloro, ligeramente ácido y no inflamable. Es soluble en agua cuando la presión se mantiene constante, y está formado por una molécula lineal de un átomo de carbono ligado a dos átomos de oxígeno, de la forma O = C = O. el sector energético es responsable de la mayor parte de las emisiones de dióxido de carbono con un 91,8 % del total, y dentro del mismo, el sector transporte figura con el 29,9 %, debido fundamentalmente a la quema de gas, gasolina y otros derivados del petróleo. La industria del cemento y las plantas de incineración de residuos representan el 6,4 % del total emitido, y como fuentes minoritarias, se encuentran la industria química y la industria metalúrgica con un 1,8 %” (ECHA s.f., 2010).

- **Efecto invernadero:** “Mecanismo mediante el cual la presencia de ciertos gases en la atmósfera hace que se produzca un aumento adicional de la temperatura de la Tierra” (OMM, 2002).
- **Emisión contaminante.** – “Se denomina emisión contaminante, a los residuos que son emanados por la actividad humana, ya sea industrial o doméstica, y que afectan al medio ambiente” (WHO, 2000).
- **Emisión:** “Totalidad de sustancias que escapan a la atmósfera después de abandonar las fuentes de donde proceden y pasan a formar parte del aire adyacente. Ejemplo: gases de escape de automóviles, humo de chimeneas y vapores de industrias. Una vez producida la emisión de los compuestos, estos se distribuyen por toda la atmósfera a través de procesos de difusión” (EPA, 1998)
- **Emisiones atmosféricas.** – “Están formadas por el conjunto de sustancias que se vierten a la atmósfera, como el dióxido de carbono, el óxido de nitrógeno, el monóxido de carbono y el dióxido de sulfuro” (EPA, 1998).
- **Estabilidad:** “Se refiere a la propiedad de un sistema de disminuir la magnitud de las perturbaciones en su interior para volver a un estado estacionario. En la atmósfera se refiere en particular a la estratificación de la atmósfera debido al equilibrio hidrostático. En términos simples, cuando el aire frío (más pesado) se ubica por debajo del aire más caliente, se habla de una atmósfera estable, pues los movimientos verticales se encuentran inhibidos. Si ocurre lo contrario, es decir, que el aire frío se ubique sobre el aire caliente, la atmósfera tiende a reducir este desequilibrio trasladando el aire frío hacia abajo y elevando el aire más caliente” (Turk, 2004).
- **Gases de Efecto Invernadero (GEI):** “Gases que producen el Efecto Invernadero (vapor de agua – H₂O, dióxido de carbono – CO₂). Están presentes en la atmósfera, algunos de ellos, en forma natural” (Bader, 2009).

- **Hidrocarburos:** “Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados por átomos de carbono e hidrógeno” (Silberberg, 2004).
- **Inversión térmica:** “Aumento de la temperatura con la altitud en una capa de la atmósfera. La inversión térmica con relación a contaminantes: es un fenómeno físico que se produce por la acumulación de contaminantes en las capas inferiores del aire, por efecto de las bajas temperaturas, con lo cual aumenta su densidad y sólo se modifica al incrementarse la temperatura” (Haby, 2022).
- **Lluvia Ácida:** “Se forma cuando la humedad en el aire se combina con los óxidos de nitrógeno y el dióxido de azufre emitidos por fábricas, centrales eléctricas y vehículos que queman carbón o productos derivados del petróleo. En interacción con el vapor de agua, estos gases forman ácido sulfúrico y ácidos nítricos. Finalmente, estas sustancias químicas caen a la tierra acompañando a las precipitaciones, constituyendo la lluvia ácida. Cuando estas sustancias químicas caen sobre la superficie en las diversas formas de precipitación, afectan negativamente a los lagos, los árboles y otras entidades biológicas que están en contacto habitual con las precipitaciones” (AEC, 2019).
- **Material Particulado:** “Se utiliza para denominar una gran variedad de líquidos o sólidos, finamente divididos y dispersos en el aire. Dicho material puede contener organismos vivos como bacterias, virus, algas, granos de polen, etc. Las partículas invariables en la atmósfera son los aerosoles, el humo, los vapores, el polvo, etc. El material de partículas perjudicial para la salud puede provenir de diversas fuentes, como los volcanes y las tormentas de polvo, las centrales eléctricas, los procesos industriales y las incineradoras” (European Space Agency, 2013).
- **Monitoreo del aire:** “Sistema de observaciones ambientales sobre los cambios del ambiente natural y de la atmósfera debidos a la actividad del hombre. Sirve como fuente fundamental de información uni o multidisciplinaria sobre el estado actual del entorno. En un sentido amplio, este término designa las mediciones

repetidas destinadas a seguir la evolución de un parámetro durante un intervalo de tiempo. En un sentido más restrictivo se aplica a la medida regular de niveles de contaminantes respecto de una norma, o para evaluar la eficacia de un sistema de regulación y de control” (CARB, 2005).

- **Monóxido de carbono (CO):** “Gas inodoro, incoloro, insípido, tóxico y muy inflamable, aunque no es irritante, por lo que su exposición puede pasar completamente desapercibida. La principal fuente de emisión del monóxido de carbono se produce debido a la combustión incompleta de gas, petróleo, gasolina, carbón y aceites” (ECHA, s.f.,2010).
- **Muestreo:** “El muestreo es el proceso mediante el cual se selecciona un grupo de observaciones que pertenecen a una población. Esto, con el fin de realizar un estudio estadístico” (Westreicher, 2021).
- **Polución:** “Contaminación del ambiente por sustancias tóxicas o nocivas, pero no por elementos o agentes infecciosos” (Barrientos, 2019).
- **Rango de medición:** “El rango de valores correspondientes a una magnitud para la cual está previsto que el error de un instrumento de medición se encuentre dentro de límites específicos. Dentro de este rango, la medición posee una exactitud o una aplicabilidad bien definida. Fuera del rango, no. El rango de valores difiere del rango de operación, dentro del cual el instrumento proporcionará una medición, pero el error no está bien definido” (CARB, 2005).
- **Receptores:** “Son los seres vivos y los materiales que sufren los efectos de las sustancias contaminantes que existen en el aire” (Turk, 2004).
- **Sedimentación:** “Depósito por gravedad de las partículas gruesas (de diámetro superior a 50μ)” (RAE, 2009).
- **Umbral:** “Concentración mínima de una sustancia dada o condición necesaria para producir un efecto fisiológica o psicológicamente medible. Valor a partir del cual empiezan a ser perceptibles los efectos de un agente” (Wagner, 1994).

- **Valor de alerta:** “Es una concentración de contaminante tal que deben tomarse medidas inmediatas para controlar la situación” (De La Dehesa, 2000).
- **Valor guía:** “Supone un objetivo a medio o largo plazo, en materia de salud o de protección de los ecosistemas; se inscribe en un proceso de ordenación de la actividad industrial según el cual podrían autorizarse nuevos focos emisores en una zona en la que los valores de emisión no superaran los valores guía” (Jiménez, 2005).
- **Valor límite:** “es un valor máximo de concentración de un contaminante, tanto a corto como a largo plazo, que debe ser atacado en todo el territorio de los estados miembros; en caso de verse superado ese valor, deben analizarse las causas y proponerse y llevarse a cabo las medidas necesarias para evitar que ocurra de nuevo; se establecen valores límite anuales o diarios en función del objeto pasivo (la salud humana o la protección de los ecosistemas)” (RAE, 2009).

2.2 Marco histórico

La contaminación ambiental es un tema que ha existido durante siglos, sin embargo, en las últimas décadas, los niveles de emisiones de contaminantes a la atmósfera han aumentado de manera exponencial, esto de la mano del crecimiento industrial y la poca importancia tomada en cuanto al tema.

La repercusión del control de emisiones a la atmósfera ha generado muchas dudas debido a la falta de importancia e información, sin embargo, en la actualidad existen organismos nacionales e internacionales que regulan la cantidad máxima permitida de emisiones con el fin de asegurar una calidad mínima de vida en los próximos años.

Las legislaciones nacionales cuentan con normativas específicas para la protección del medioambiente. En ellas, se establecen también una serie de **sanciones a las empresas** que incumplen las reglamentaciones de cuidado ambiental. Dichas sanciones pueden ir desde multas o suspensiones hasta penas de cárcel, en el caso de determinados delitos recogidos en el código penal.

Dentro del artículo “APLICA PROFEPA MULTAS POR 163.5 MDP A SECTOR INDUSTRIAL POR VIOLACIONES A LEYES AMBIENTALES” (Procuraduría Federal de protección al Ambiente,2017) se encuentra el siguiente antecedente:

Por otro lado, existe un organismo regulador encargado el monitoreo del cumplimiento de estas normas llamado Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) a través de estudios y resultados publicados por paginas oficiales de gobierno federal; La PROFEPA aplicó multas por 163.5 millones de pesos al sector industrial, químico y automotriz del país por incurrir en diversas violaciones a la normatividad ambiental federal, al tiempo que merecieron imponer 100 clausuras totales y 110 parciales.

Igualmente, inspeccionó los 399 centros y unidades de verificación vehicular que operaron en la Megalópolis, entre septiembre de 2016 y junio de 2017, e impuso

suspensiones a 426 líneas de verificación en 154 instalaciones y multas por 66.5 millones de pesos a 116 instalaciones.

Durante la presente administración, en el periodo de septiembre de 2016 a junio de 2017, esta dependencia informa que en materia industrial realizó 5 mil 218 visitas de inspección y verificación, en las cuales 2 mil 990 casos (57.3%) se reportaron irregularidades menores, en 2,018 no se detectaron irregularidades (38.7%) y en 210 (4%) merecieron clausuras totales y parciales (Procuraduría Federal de protección al Ambiente,2017).

La distribución de las visitas por materia fue: 3 mil 240 al manejo de residuos peligrosos por parte de las empresas generadoras; 514 de emisiones a la atmósfera; 315 para verificar condicionantes en materia de impacto ambiental; 316 a empresas prestadoras de servicios de transporte, manejo y disposición de residuos peligrosos. (DOF, 2017).

Asimismo, la PROFEPA registró mil 425 emergencias ambientales que involucraron sustancias químicas.

1,071 (75.2%) fueron provocadas por derrames de hidrocarburos y otras sustancias químicas; 106 (7.4%), por explosiones; 121 (8.5%), por fugas; 118 (8.3%), por incendios en las instalaciones y nueve (0.6%) por otras causas.

En los meses de enero y mayo de 2017, como parte de la implementación del Programa de Contingencias Ambientales en la Megalópolis en las entidades federativas que componen la Megalópolis, la PROFEPA hizo 322 visitas a empresas con obligaciones de reducir sus procesos productivos e inició procedimientos(DOF, 2017).

En los últimos tres años, 28 empresas privadas cometieron 31 delitos ambientales en comunidades indígenas, mestizas y Áreas Naturales Protegidas, revelan datos entregados a *Contra línea* por la PROFEPA. Entre ellas están: Granjas Carroll,

Volkswagen y Audi, que utilizaron “bombas antigranizo”. Además, figura en la lista el Banco Actinver Grupo Financiero, con el “cambio de uso de suelo en áreas forestales”; y la Minera San Xavier, por afectaciones al medio ambiente derivadas de su actividad.

La PROFEPA podría clausurar e imponer multas de hasta 50,000 días de salario mínimo por cada violación a la Ley que se haya detectado en cada una de las empresas que se negaron a ser verificadas en las pasadas a contingencias ambientales en el Valle de México(DOF, 2017).

La acción emprendida por esta dependencia federal es sobre las firmas Becton Dickinson de México S.A de C.V., Owens Corning de México S. de R.L de C.V., Aceros Corsa S.A de C.V. Enthone Omi de México S.A de C.V. y Laboratorios Grossman, S.A., ubicadas en el área metropolitana.

Dichas empresas serán emplazadas por diversas irregularidades detectadas en visitas de inspección practicadas por la PROFEPA y que negaron el acceso a sus instalaciones para verificar la reducción de sus operaciones y de sus emisiones contaminantes durante la Contingencia Ambiental Atmosférica por Ozono, los días 15, 16 y 17 de marzo de 2016 en la Zona Metropolitana del Valle de México(DOF, 2017).

Como resultado de una serie de visitas de inspección realizadas en el presente mes de abril, la PROFEPA encontró incumplimientos a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y a su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la atmósfera.

Lo anterior, toda vez que algunas de estas firmas no cuentan con evaluaciones de las emisiones contaminantes generadas en sus equipos de proceso y de combustión; o se encuentran rebasando los límites máximos permisibles de emisiones establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas(DOF, 2017).

Además, otras no contaban con la bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y de control con los cuales comprobar que cumplieron con la

disminución de sus operaciones y de sus emisiones contaminantes durante la fase I de Contingencia Ambiental implementada por la Comisión Ambiental de la Megalópolis(DOF, 2017).

La PROFEPA puede imponer como medida de seguridad la CLAUSURA de las instalaciones de estas empresas quienes solo podrán operar cuando cumplan con las medidas técnicas correctivas que les ordene esta autoridad ambiental, corrigiendo con ello las violaciones a las obligaciones a las que deben dar cumplimiento.

Cabe recordar que el pasado 01 de abril de 2016, la empresa Industrial Aceitera S.A. de C.V., ubicada en el Municipio de Tlalnepantla, Estado de México, fue clausurada tras negarse a someterse a una visita técnica durante los días 15, 16 y 17 de marzo, en la pasada Fase 1 de Contingencia Ambiental, para comprobar el cumplimiento a las medidas dispuestas por las autoridades federales(DOF, 2017).

Continuaran con las acciones necesarias para que la industria de competencia federal cumpla sus obligaciones durante las contingencias ambientales que en su caso se decreten y que tienen como fin mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México. (DOF, 2017).

Ford Motors Company deberá pagar una multa por 18 millones 90,547 de pesos por comercializar vehículos modelo 2015 y 2016 sin certificados de normas ambientales, informó la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa).

La sanción es impuesta por segunda ocasión a una empresa automotriz durante este año, al no cumplir con el Certificado NOM de Cumplimiento Ambiental de las NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-079-SEMARNAT-1994. Y en esta ocasión, Ford incumplió con 4,690 vehículos de los modelos referidos; mientras que, en febrero pasado, Volkswagen vendió 45,494 unidades sin certificado. (DOF, 2017).

La PROFEPA explicó que la multa se impuso por cada certificado que no se obtuvo antes de haber importado y/o comercializado vehículos marca Ford y Lincoln, modelos 2015 y 2016, en el territorio nacional.

La Consejería de Medio Ambiente nacional multó en abril de 2018 a la empresa de plásticos Sabcic con 520.000 pesos por encontrar durante 2016 y 2017 la presencia de «doce metales pesados» que «han de estar ausentes en los procesos de incineración y coincineración» de los residuos. Así lo especifica la resolución dictada por la Dirección General de Medio Ambiente(DOF, 2015).

Esta empresa ha cometido dos infracciones graves, multadas con 260.000 y 220.000 pesos respectivamente; y de una infracción leve de 40.000 pesos por incumplir varios aspectos de la Autorización Ambiental Integrada (AAI), al tiempo que se le insta a realizar una nueva Declaración de Impacto Ambiental. En la resolución también se recogen «numerosas deficiencias documentales» respecto al almacenamiento de residuos peligrosos.

En 1989 se instaló la empresa americana General Electric Plastics dedicada al plástico. En 2007 la compró una de las mayores compañías químicas del mundo, la saudí Sabcic Basic Industries. Llevan años preocupados por si las emisiones generadas por la incineración de los plásticos del polígono industrial situado a cuatro kilómetros de la población está relacionado con los niveles de incidencia de cáncer(DOF, 2015).

Por otro lado, generalmente cuando escuchamos el nombre Tesla lo relacionamos con conciencia ambiental y tecnología de punta, pero esto no evita que la compañía de California haya sido multada con 139,500 dólares porque su planta de Fremont estaba contaminando el aire. Según la marca esto se debía a varios equipos que no estaban funcionando bien, pero que ya han sido corregidos. La marca también ya ha pagado la multa e instalará un panel de energía solar en un club para niños en el área de San José California como parte del acuerdo con la ciudad(DOF, 2015).

La planta de Fremont emplea alrededor de 10 mil personas y hasta ahora no ha tenido mayores problemas con el departamento gubernamental encargado de la calidad del aire en la zona. En 2010 tuvieron una multa de mil dólares por un problema con un horno, pero de ahí en fuera fue hasta ahora que incumplieron con las regulaciones. A pesar de crear autos cero emisiones, la fabricación de estos vehículos sí crea emisiones contaminantes, y las marcas como Tesla que están buscando reducir su huella de carbono lo más posible deben tener mucho cuidado con este tipo de incidentes ya que si al final contamina de más crear el auto, es completamente contradictorio con la filosofía de la empresa(DOF, 2015).

En nuestro estado vecino se cometieron irregularidades ambientales y sobrepasaron las emisiones contaminantes, un total de 218 empresas han sido multadas en Nuevo León por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), de 2014 a 2016.

Según información proporcionada por la delegación en la entidad, clausuraron 13 compañías en 2016 y otras tres en 2015 por incumplimiento de los protocolos ambientales(DOF, 2013).

En entrevista para MILENIO Monterrey, el titular de PROFEPA en Nuevo León, Víctor Jaime Cabrera Medrano, refirió que estas sanciones se derivan de 893 inspecciones y verificaciones de 2015 a 2016; así como de 90 denuncias que se presentaron en los mismos años.

"Los giros principales de las empresas clausuradas y multadas son aquellas que se dedican al reciclaje de acumuladores de automóviles, la fabricación de lubricantes, el manejo y el transporte de residuos peligrosos, y también de fundición y chatarra de aluminio", mencionó la PROFEPA en el artículo "Procedimiento Administrativo de Inspección en Materia Ambiental" (DOF, 2016).

Expuso que las multas son variables dado que dependen del tipo de irregularidad, tamaño de la empresa y del comportamiento que se tiene de la compañía al momento de la sanción.

Cabrera Medrano agregó que el castigo puede llegar hasta los 50 mil salarios mínimos, por cada anomalía que presente la empresa, lo cual equivale a un poco más de 3 millones de pesos(DOF, 2016).

Además, indicó que ha detectado irregularidad en la disposición de residuos peligrosos.

En la zona poniente, dijo, es donde más se evidencia la contaminación, por lo cual se inició un padrón de empresas que pudieran contribuir a afectar el medio ambiente, y así inspeccionarlas.

Pese a que varias compañías en el área metropolitana de Monterrey han sido multadas por contaminar, señaló que un total de 108 empresas se han certificado en materia ambiental(DOF, 2016).

Compañías relacionadas con la metalmecánica, automotriz, química y maquiladoras son las que se han certificado como industria limpia.

Algunas de las empresas inspeccionadas se dedican a la producción de hierro y acero, la cual se basa fundamentalmente en procedimientos pirometalúrgicos que generan numerosos contaminantes gaseosos y algunas sustancias peligrosas para los seres humanos y el medio ambiente(Cervantes, 2010).

También, hay otras industrias examinadas cuya materia prima de trabajo es el plástico y otros derivados del petróleo (asfalto), por lo que su degradación tardan cientos de años en descomponerse si se deja al aire libre, por lo que toda esta masa de basura plástica perdura intacta durante muchísimo tiempo y afecta el suelo donde se ubica.

El Artículo 66 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, señala que toda empresa que genere y maneje residuos peligrosos dentro de sus instalaciones, deberá apegarse a las especificaciones respecto de la ubicación, diseño, construcción y operación de las celdas de confinamiento, así como del almacenamiento y tratamiento de éstos. (Cervantes, 2010).

Es importante recordar que son considerados como residuos peligrosos, las emisiones y los remanentes que resulten de un proceso productivo, que por su composición, presentación o combinación, puede ser un peligro directa o indirectamente para la salud humana y el entorno. (Cervantes, 2010).

Un residuo industrial es considerado como peligroso cuando aparece en los listados contenidos en la Norma Oficial Mexicana: NOM-052- SEMARNAT-2005 y se tiene las siguientes características: corrosivos, reactivos, inflamables y tóxico.

Para evitar que se presenten casos irregulares en materia de contaminación industrial, el delegado invitó a los ciudadanos a que presenten las denuncias correspondientes para atenderlas. (DOF, 2010).

Por lo que el tema de incumplimiento de normas, las emisiones descontroladas y la contaminación de los medios es un tema diario en todo el mundo, por lo que la información anterior es una milésima parte de la problemática que tenemos hoy en día.

2.3 Marco Normativo o Legal

La información relacionada con las leyes, normas y reglamentos son aquí presentados de acuerdo con su importancia de cobertura.

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917 es la carta magna y norma fundamental, establecida para regir jurídicamente al país, la cual fija los límites y define las relaciones entre los poderes de la federación: poder legislativo, ejecutivo y judicial, entre los tres órdenes diferenciados del gobierno: el federal, estatal y municipal, y entre todos aquellos y los ciudadanos. Asimismo, fija las bases para el gobierno y para la organización de las instituciones en que el poder se asienta y establece, en tanto que pacto social supremo de la sociedad mexicana, los derechos y los deberes del pueblo mexicano.

2. Normas ISO - Dirección General de Normas (DGN).
3. Leyes Federales
4. Leyes Estatales
5. Diario Oficial de la Federación
6. Normas Oficiales Mexicanas
7. Normas Mexicanas del Sector Ambiental
8. Comités del Sector Ambiental y Programa Nacional de Infraestructura de la Calidad
9. Secretaría de medio ambiente y recursos naturales

2.3.1 Normas Oficiales Mexicanas

2.3.1.1 Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la SEMARNAT

Según la Dirección General Adjunta de Política y Regulación Ambiental, Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental, SEMARNAT, 2011.

Normas de los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera originadas por fuentes fijas.

NOM-034-SEMARNAT-1993. Método de medición y calibración de equipo para la determinación de las concentraciones de: monóxido de carbono

NOM-039-SEMARNAT-1993. Bióxido y trióxido de azufre y neblinas de ácido sulfúrico en plantas productoras de ácido sulfúrico.

NOM-040-SEMARNAT-2002. Protección ambiental-Fabricación de cemento hidráulico- Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera.

NOM-043-SEMARNAT-1993. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

NOM-046-SEMARNAT-1993. Bióxido de azufre, neblinas de trióxido de azufre y ácido sulfúrico en plantas productoras de ácido dodecibencensulfónico.

NOM-075-SEMARNAT-1995. Compuestos orgánicos volátiles (COVs), separadores agua-aceite. Establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles, de los separadores agua-aceite utilizados en las refinerías de petróleo.

NOM-085-SEMARNAT-1994. Humos, partículas suspendidas totales, óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno en fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles.

NOM-092-SEMARNAT-1995. Requisitos de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo ubicadas en el Valle de México.

NOM-093-SEMARNAT-1995. Eficiencia de laboratorio de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo.

NOM-097-SEMARNAT-1995. Límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de material particulado y óxidos de nitrógeno en los procesos de fabricación de vidrio en el país.

NOM-105-SEMARNAT-1996. Partículas sólidas totales y compuestos de azufre reducido total en plantas de fabricación de celulosa.

NOM-121-SEMARNAT-1997. Límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COVs) provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en planta de automóviles, unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga y camiones ligeros, así como el método para calcular sus emisiones.

NOM-123-SEMARNAT-1998. Compuestos orgánicos volátiles (COVs) en pinturas. Establece el contenido máximo permisible de COVs en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de estos en pinturas y recubrimientos.

NOM-137-SEMARNAT-2003 Establece las especificaciones y los requisitos del control de emisiones de las plantas desulfuradoras de gas y condensados amargos, así como los métodos de prueba para verificar el cumplimiento de la misma.

2.3.1.2 Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la Secretaría de Salud

Normas que rigen la concentración máxima de contaminantes como medida de protección a la salud de la población.

NOM-020-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de ozono (O₃) de la calidad del aire ambiente.

NOM-021-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

NOM-022-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de azufre (SO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de azufre (SO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población".

NOM-023-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

NOM-025-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas menores de 10 micras (pm₁₀). Valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras (pm₁₀) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

NOM-026-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al plomo (PB). Valor normado para la concentración de plomo (PB) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

2.3.2 Normatividad

En México, la normatividad ambiental encuentra su base en la Constitución Política. De ésta se derivan las diversas leyes, reglamentos y normas que rigen el país.

Las Normas Oficiales Mexicanas, NOMs, son el instrumento jurídico que obliga a cumplir las especificaciones que determina la autoridad federal. En materia de calidad del aire, la normatividad está determinada particularmente por la Secretaría de Salud, y por la SEMARNAT.

Ambas Secretarías han desarrollado NOMs enfocadas a la protección de la salud de la población y a la medición de los contaminantes, estas NOMs son:

- Secretaría de Salud. Los criterios para evaluar la calidad del aire respecto a los contaminantes criterio; los valores normados para las concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente (ver tabla 2.1).

Tabla 2.1 Valores normados para las concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente

Contaminante	Concentración		Tiempo
	(ppm)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Ozono (O_3)	0.11	216	1 hr.
NOM-020-SSA1-1993	0.08		8 hrs.
Monóxido de Carbono (CO)	11	12.595	8 hrs.
NOM-021-SSA1-1993			(móvil)
Bióxido de Azufre (SO_2)	0.13	341	24 hrs.
NOM-022-SSA1-1993			
Bióxido de Nitrógeno (NO_2)	0.21	395	1 hr.
NOM-023-SSA1-1993			
Partículas suspendidas totales (PST)	n/a	210	24 hrs.
NOM-025-SSA1-1993			
PM-10	n/a	120	24 hrs.
NOM-025-SSA1-1993		50	Anual
PM-2.5	n/a	65	24 hrs.
NOM-025-SSA1-1993		15	Anual
Plomo (Pb)	n/a	1.5	Trimestral
NOM-026-SSA1-1993			

SEMARNAT. Los métodos de medición para determinar la concentración de contaminantes criterio en el aire ambiente y los procedimientos de calibración de los equipos de medición (ver tabla 2.2)

Tabla 2.2 Los métodos de medición para determinar la concentración de contaminantes

Contaminante	Método de Referencia
Bióxido de azufre NOM-038-SEMARNAT-1993	Colorimétrico de química húmeda de west and gaeke o de pararosanlina,

	involucra análisis espectrofotométrico (fluorescencia pulsante)
Monóxido de carbono (CO) NOM-034-SEMARNAT-1993	Absorción infrarroja (espectrofotometría infrarroja dispersiva)
Bióxido de nitrógeno (NO ₂) NOM-037-SEMARNAT-1993	Quemiluminiscencia en fase gaseosa
Ozono (O ₃) NOM-036-SEMARNAT-1993	Quemiluminiscencia
Partículas suspendidas totales (PST) NOM-035-SEMARNAT-1993	Muestreador de alto volumen y determinación gravimétrica
Plomo (Pb)	Muestreador de alto volumen espectrofotometría de absorción atómica
Partículas suspendidas finas (PM-10 Y 2.5)	No hay

Adicionalmente, para apoyar el establecimiento de sistemas de medición de la calidad del aire, la SEMARNAT, en conjunto con otras dependencias, desarrolló el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-156-SEMARNAT-2008, el cual tiene como objetivo: “Especificar las condiciones mínimas que deben ser observadas para el establecimiento y operación de sistemas de: monitoreo de la calidad del aire y de muestreo de contaminantes atmosféricos”.

TRATADOS INTERNACIONALES.

En materia ambiental. México ha ratificado cerca de 58 acuerdos internacionales y entre los más importantes podemos mencionar:

I.- Declaración de Estocolmo sobre el Medio Humano de 1972.

II.- Convenio de Basilea para el Control de Movimientos Transfronterizos de Desechos peligrosos 1989.

III.- En el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte el Acuerdo de Cooperación Ambiental

IV.- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo 1992. 47 V.- México se integró a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE en Mayo de 1998.

Las sanciones de la ley de Responsabilidad Ambiental

A nivel nacional, la normativa de referencia para prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales de cualquier operador es la [Ley 26/2007, de 23 de octubre](#), de Responsabilidad Ambiental.

En los artículos que van del 35 al 40, esta ley establece las sanciones para dos tipos de infracciones: graves y muy graves. Las graves contemplan **multas de 100.001 hasta 500.000 pesos** y/o suspensión de la autorización por un periodo máximo de un año, mientras las muy graves indican **multas de 500.001 hasta dos millones de pesos** y/o extinción de la autorización o suspensión de ésta por un período mínimo de un año y máximo de dos años.

La graduación de las sanciones se hará respetando la adecuación entre el hecho constitutivo de la infracción y la sanción aplicada. Además, **las infracciones graves prescribirán a los dos años y las muy graves a los tres.**

Infracciones graves

La ley de Responsabilidad Ambiental contempla, entre otras, las siguientes infracciones graves sancionables:

- No adoptar las **medidas de prevención** exigidas al operador en función de su actividad, tal como se recoge en el artículo 17 de la misma ley.

- No ajustarse a las **instrucciones de la autoridad** competente a la hora de poner en práctica esas medidas preventivas.
- No adoptar las **medidas reparatoras** exigidas (reflejadas en el artículo 19) en caso de daño medioambiental.
- No **informar a la autoridad** de la existencia de amenazas inminentes o de daños medioambientales o hacerlo con una demora injustificada.
- No **facilitar la información** requerida por la autoridad competente conforme a lo reflejado en los artículos 18 y 21 de la ley.
- La **omisión, resistencia u obstrucción** del operador a aquellas actuaciones de obligado cumplimiento según la ley.

Infracciones muy graves

Por otro lado, la ley de Responsabilidad Ambiental recoge las siguientes infracciones muy graves, que pueden conllevar **hasta dos millones de euros de multa** y suspensiones de dos años:

- No adoptar las **medidas preventivas o de evitación** exigidas al operador por la autoridad competente según el artículo 17 y se cause el daño que se pretendía evitar.
- No ajustarse a las **instrucciones de la autoridad** según el artículo 18 al poner en práctica las medidas preventivas o de evitación obligatorias y que se produzca el daño a evitar con aquellas.
- No adoptar por el operador las **medidas reparatoras exigidas** en los artículos 19 y 20 y que ello reduzca la eficacia reparatora de las medidas.

- No ajustarse a las **instrucciones de la autoridad** según el artículo 21 al poner en práctica las medidas preventivas o de evitación y que ello reduzca la eficacia reparadora de las medidas.
- No **informar a la autoridad** de la existencia de la amenaza inminente o del daño medioambiental y que por ello se agraven los efectos o llegasen a producirse los daños.
- Incumplir la obligación de concertar las **garantías financieras obligatorias** para el operador o que no se mantengan en vigor el mismo tiempo que la obligación que garanticen.

Los delitos medioambientales en el código penal

El código penal recoge, entre otros delitos de carácter medioambiental, aquellos sobre la ordenación del territorio, contra los recursos naturales y el medioambiente o relativos a la protección de la flora, fauna y animales domésticos. En función de la gravedad del delito, el código recoge **penas de prisión que van desde los seis meses hasta los cuatro años**, multas e inhabilitaciones o suspensiones.

La casuística es muy variada. Por ejemplo, el **delito de emisiones, vertidos, radiaciones o extracciones** que puedan dañar al medioambiente será castigado (tal como recoge el artículo 325) con penas de prisión de seis meses a dos años, multa de diez a catorce meses e inhabilitación especial para profesión u oficio por tiempo de uno a dos años. Además, estas penas podrán aumentarse si:

- La industria o actividad funciona clandestinamente.
- Se han desobedecido las órdenes expresas de la autoridad administrativa.
- Se ha falseado u ocultado información sobre aspectos ambientales.

- Se ha producido un riesgo de deterioro irreversible o catastrófico.
- Se ha producido una extracción ilegal de aguas en período de restricciones.

Mencionado lo anterior, comentado por el especialista del tema, en definitiva, las normativas ambientales, diseñadas bajo el precepto de **quien contamina, paga**, están pensadas para evitar daños al medioambiente. Como tal, contemplan un amplio abanico de sanciones a las empresas que incumplen las reglamentaciones de cuidado ambiental.

2.5 Los fundamentos teóricos

Técnicas de estimación de emisiones

En este capítulo se exponen las principales características de cada una de las técnicas de estimación de emisiones para fuentes fijas, así como algunas actividades que se pueden implementar para reducir la posibilidad de incurrir en errores al realizar el cálculo. Todas las técnicas de estimación, tanto las correspondientes a los métodos directos e indirectos y a la estimación de emisiones fugitivas, requieren de la recopilación de información adicional sobre la fuente que está siendo inventariada. Esta información incluye datos de identificación, datos de operación o características de la actividad que realizan, y los factores que afectan la emisión, como el uso y la eficiencia de equipos de control. Sin embargo, existen datos específicos que deben ser recopilados minuciosamente para permitir la aplicación de las técnicas de estimación.

Las técnicas de estimación utilizadas para estimar las emisiones de esta investigación fueron:

Muestreo en la Fuente: es un método común para estimar emisiones de procesos que permite obtener medidas de emisión en el corto plazo (tomadas en las chimeneas o respiraderos). Este método se caracteriza por la alta precisión y confiabilidad de los datos que reporta; sin embargo, representa una de las técnicas con mayores costos de implementación, los cuales dependen de las características y la confiabilidad del equipo de muestreo empleado, que puede ser manual o automático (Radian, 1996). Son mediciones directas de la concentración de contaminantes en un volumen conocido de gas y de la tasa de flujo del gas en la chimenea. Son utilizadas con mayor frecuencia para fuentes de emisiones de combustión.

1. Muestreadores manuales: el muestreo manual o a corto plazo se integra con mediciones de periodos que van de una a cuatro horas. Para recolectar una muestra representativa deben hacerse, al menos, tres muestreos en una chimenea o en un escape para cada contaminante de interés. Una desventaja de este tipo de muestreo es que no siempre es realizado en condiciones normales de operación del equipo; es decir, cualquier cambio en la operación, como una disminución de temperatura en la cámara de combustión o alguna variación en el mantenimiento del equipo, puede alterar significativamente las emisiones obtenidas (Jenkins, 1976). Por lo tanto, no es recomendable realizar este tipo de muestreo para la estimación de emisiones con fines de inventarios a menos que se pueda asegurar que los datos han sido obtenidos en condiciones representativas de la operación normal del proceso.

Monitoreo continuo: este tipo de monitoreo se realiza con equipo automático que debe tomar un mínimo de 15 lecturas en un periodo no menor a 60 minutos y no mayor a 360 minutos; el resultado del monitoreo es el promedio del periodo muestreado (nom-085-semarnat-1994). La estimación de emisiones realizada con este tipo de monitoreo se considera más confiable que la realizada manualmente, ya que al cubrir periodos más largos de muestreo se pueden tener representadas las variaciones en la operación del equipo durante un periodo más largo e incluso durante diferentes épocas

del año (usepa,1999). Para estimar las emisiones en términos del flujo másico para fines de inventario a partir de mediciones en la fuente, es necesario identificar los siguientes parámetros básicos.

Modelos de Emisión (mecanísticos): Son ecuaciones desarrolladas cuando las emisiones no se relacionan directamente con un solo parámetro (Jenkins, 1976). Se pueden usar computadoras en el caso de que se tenga un gran número de cálculos complejos.

Encuestas: Son cuestionarios diseñados para recopilar datos de actividad. En algunos casos se utilizó la encuesta para recopilar datos de fuentes de área con el fin de ponderar algunos factores de emisión.

Factores de Emisión: Son relaciones entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y un dato de actividad (Berenguer, 2000). Los datos de actividad incluyen: niveles de producción, consumo de materia prima, consumo de combustibles.

Balance de Materiales: Parte del principio de que el material que entra debe ser igual al que se utiliza en el proceso, más el que se emite. El método de balance de materiales es adecuado para estimar emisiones asociadas con la evaporación de solventes y emisiones de compuestos que contienen azufre (Molina, 2001).

1.1. Medición. - Medir es contar, comparar una unidad con otra, dar una valoración numérica, asignar un valor, asignar números a los objetos. Todo lo que existe está en una cierta cantidad y se puede medir. Estos números no se asignan de forma arbitraria, sino que se rigen por ciertas reglas, se establece un sistema empírico y éste da lugar a un sistema formal. La necesidad de medir es evidente en la mayor parte de las actividades técnicas o científicas. Sin embargo, es importante no sólo contar con medidas sino también saber si dichas medidas son válidas. Para ello se debe recordar

la definición de medición como “el proceso por el cual se asignan números o símbolos a atributos de entidades del mundo real de tal forma que los describa de acuerdo con reglas claramente especificadas” (Fenton, 1997). La medición de los atributos o estado que guarda el aire ambiente se conoce como medición de la calidad del aire. Dicha medición se puede llevar a cabo por medio del muestreo, análisis y el monitoreo de dicho aire ambiente.

1.2. Muestreo. - Muestreo es seleccionar un subconjunto de casos o individuos de una población. Una muestra estadística se obtiene con la intención de inferir las propiedades de la totalidad de la población, por lo que la muestra debe ser representativa. Para cumplir con esta característica, la inclusión de sujetos en la muestra debe seguir una técnica de muestreo. En tales casos, puede obtenerse una información similar a la de un estudio exhaustivo con mayor rapidez y menor costo. En lo que a calidad del aire se refiere, el muestreo se define como la medición de la contaminación del aire por medio de la toma de muestras, de forma discontinua. Actualmente, el muestreo se utiliza principalmente para determinar la concentración de partículas suspendidas, en sus diferentes fracciones: totales (PST), partículas menores de 10 micrómetros de diámetro aerodinámico (PM10) y partículas menores de 2.5 micrómetros de diámetro aerodinámico (PM2.5) (Barraza, 2008). La muestra tomada deberá ser sometida a un análisis posterior en donde se detectará su concentración y caracterización.

1.3. Métodos de medición de la calidad del aire.

La medición de contaminantes atmosféricos se puede lograr a través de diversos métodos que se agrupan de acuerdo con sus principios de medición en:

- Muestreo pasivo
- Muestreo con Bioindicadores
- Muestreo activo
- Método automático

- Método óptico de percepción remota

1.3.1. Muestreo pasivo.

Este método de muestreo colecta un contaminante específico por medio de su adsorción y/o absorción en un sustrato químico seleccionado. Después de su exposición por un periodo adecuado de muestreo, que puede variar desde una hora hasta meses o inclusive un año, la muestra se regresa al laboratorio donde se realiza la desorción del contaminante para ser analizado cuantitativamente (CARB, 2005). Los equipos utilizados se conocen como muestreadores pasivos que se presentan en diversas formas y tamaños, principalmente en forma de tubos o discos.

Ventajas: Simplicidad en la operación y bajo costo (no requiere energía eléctrica).

Desventajas: No desarrollados para todos los contaminantes, sólo proporcionan valores promedios con resoluciones típicas semanales o mensuales; no tienen gran exactitud (sirven solo como valor referencial), en general requieren de análisis de laboratorio.

1.3.2. Muestreo con Bioindicadores.

Este método implica el uso de especies vivas generalmente vegetales, como árboles y plantas, donde su superficie funge como receptora de contaminantes. Sin embargo, a pesar de que se han desarrollado guías sobre estas metodologías, todavía quedan problemas no resueltos en cuanto a la estandarización y armonización de estas técnicas (Park, 2016). Se ha mostrado gran interés en el uso de bioindicadores para estimar algunos factores ambientales entre los que se incluye la calidad del aire, particularmente en la investigación de sus efectos. Tal es el caso del uso de la capacidad de la planta para acumular contaminantes o la estimación de los efectos de los contaminantes en el metabolismo de la planta, o en la apariencia de esta, entre otros.

Ventajas: Muy bajo costo, útiles para identificar la presencia y efectos de algunos contaminantes.

Desventajas: Problemas con la estandarización de las metodologías y procedimientos; algunos requieren análisis de laboratorio.

1.3.3. Muestreo activo.

Requiere de energía eléctrica para succionar el aire a muestrear a través de un medio de colección físico o químico. El volumen adicional de aire muestreado incrementa la sensibilidad, por lo que pueden obtenerse mediciones diarias promedio. Los muestreadores activos se clasifican en burbujeadores (gases) e impactadores (partículas); dentro de estos últimos, el más utilizado actualmente es el muestreador de alto volumen "HighVol" (para PST, PM10 y PM2.5) (Barraza, 2008).

Ventajas: Fácil de operar, muy confiables y costo relativamente bajo (requieren energía eléctrica).

Desventajas: No se aprecian los valores mínimos y máximos durante el día, sólo promedios generalmente de 24 horas; requieren de análisis de laboratorio.

1.3.4. Método automático.

Estos métodos son los mejores en términos de la alta resolución de sus mediciones, permitiendo llevar a cabo mediciones de forma continua para concentraciones horarias y menores. El espectro de contaminantes que se pueden determinar va desde los contaminantes criterio (PM10-PM2.5, CO, SO₂, NO₂, O₃) hasta tóxicos en el aire como mercurio y algunos compuestos orgánicos volátiles (Barraza, 2008). Las muestras colectadas se analizan utilizando una variedad de métodos los cuales incluyen la espectroscopia y cromatografía de gases. Además, estos métodos tienen la ventaja de que una vez que se carga la muestra al sistema nos da las lecturas de las concentraciones de manera automática y en tiempo real. Los equipos disponibles se clasifican en: analizadores automáticos y monitores de partículas. Los analizadores automáticos se usan para determinar la concentración de gases contaminantes en el aire, basándose en las propiedades físicas y/o químicas de estos. Los monitores de

partículas se utilizan para determinar la concentración de partículas suspendidas principalmente PM10 y PM2.5.

Ventajas: Valores en tiempo real, alta resolución; concentraciones máximas y mínimas; permite por la detección de valores máximos en tiempo real establecer situaciones de alerta para implantar las respectivas medidas de contingencia. Desventajas: Costo elevado de adquisición y operación; requieren personal capacitado para su manejo; requieren mantenimiento y calibración constantes.

1.3.5. Método óptico de percepción remota.

Los métodos ópticos de percepción remota: se basan en técnicas espectroscópicas. Transmiten un haz de luz de una cierta longitud de onda a la atmósfera y miden la energía absorbida. Con ellos es posible hacer mediciones, en tiempo real, de la concentración de diversos contaminantes. A diferencia de los monitores automáticos, que proporcionan mediciones de un contaminante en un punto determinado en el espacio, pueden proporcionar mediciones integradas de multicomponentes a lo largo de una trayectoria específica en la atmósfera (normalmente mayor a 100 m). Los equipos utilizados se conocen como sensores remotos (CARB, 2005).

Ventajas: Valores en tiempo real, alta resolución; útiles para mediciones de emisiones de fuentes específicas, de multicomponentes y para mediciones verticales en la atmósfera.

Desventajas: Costo de adquisición muy elevado; requieren personal altamente capacitado para su operación y calibración; no son siempre comparables con los analizadores automáticos convencionales

1.4. Análisis de muestras. - El análisis de las muestras es el método por el cual se determinan los componentes de una muestra, las concentraciones, y cualidades, de cada uno de ellos (Nielen, 1990). Los métodos de medición que utilizan muestreadores

requieren por lo general que una vez que se ha muestreado el contaminante sea necesario analizarlo por alguno de los siguientes métodos:

- Métodos Volumétricos
- Métodos Gravimétricos.
- Métodos fotométricos.
- Espectrofotometría.

1.4.1. Métodos volumétricos. - La cantidad del contaminante detectado se deduce del volumen de la solución que se ha consumido en una reacción (Nielen, 1990). Estos métodos cuantifican muestras en solución mediante la valoración de estas, por medio de técnicas como la titulación.

1.4.1.1. Titulación y valoración. - Es la técnica volumétrica que se utiliza para determinar la concentración de un soluto en un solvente, mediante la adición de un volumen de solución de concentración perfectamente conocida a la disolución. Es la acción y efecto de valorar o cuantificar una disolución. La valoración de una solución siempre será una titulación (Nielen, 1990).

1.4.2. Métodos gravimétricos. - Son métodos analíticos cuantitativos en los cuales las determinaciones de las sustancias se llevan a cabo por una diferencia de pesos, donde se determina la masa pesando el filtro, a temperatura y humedad relativa controladas, antes y después del muestreo (Nielen, 1990). Existen métodos gravimétricos para conocer la concentración de una muestra en solución, en los que se llevan a cabo precipitaciones de las muestras por medio de la adición de un exceso de reactivo aprovechando el efecto del ion común.

1.4.3. Métodos fotométricos. - Estos métodos (colorimétricos) basan la determinación de la concentración de una solución en la medida de la intensidad de la luz que se

transmite a través de ella, comparándola con una curva patrón de las intensidades de luz de igual longitud de onda que se transmiten a través de una serie de soluciones de concentraciones conocidas (Nielen, 1990).

1.4.4. Espectrofotometría. - Es la medida de la cantidad de energía radiante absorbida por las moléculas a longitudes de onda específicas. Cada compuesto tiene un patrón de absorción diferente que da origen a un espectro de identificación. Éste consiste en una gráfica de la absorción y la longitud de onda y se presenta en márgenes que abarcan longitudes de onda desde la ultravioleta a la infrarroja (Nielen, 1990). Por lo que, si se ajusta el equipo de medición a una sola longitud de onda escogida entre los límites en que un compuesto absorbe fuertemente y otros no, se puede aislar con filtros una sola longitud de onda, para poder medir la energía absorbida de ese compuesto en particular. Entre los espectrofotómetros más usados están el de infrarrojo no disperso y el de espectro ultravioleta.

1.5. Monitoreo. Por definición, el monitoreo es una actividad consistente en observar una situación para detectar los cambios que ocurren con el tiempo. De esta manera, el monitoreo de la calidad del aire se debe llevar a cabo de una manera continua para poder observar los cambios en las concentraciones de los contaminantes con el tiempo, y se define como el conjunto de metodologías diseñadas para muestrear, analizar y procesar en forma continua y sistemática las concentraciones de sustancias o de contaminantes presentes en el aire. Esto lo hace diferente al muestreo y análisis de contaminantes. Sin embargo, por lo común se confunden las dos actividades y casi siempre se habla sólo de monitoreo (SANAICA, 2009).

El propósito más importante del monitoreo de la calidad del aire es generar y proporcionar la información necesaria a científicos, legisladores y planificadores para que ellos tomen las decisiones adecuadas a favor de la gestión y mejora del medio ambiente.

En la Figura 2.1 se presenta un esquema del papel del monitoreo dentro del ciclo de la gestión de la calidad del aire, ya que el monitoreo juega un papel regulador en este proceso proporcionando la base científica para el desarrollo de las políticas y estrategias, en el establecimiento de objetivos durante la evaluación del cumplimiento de las metas y en la ejecución de las acciones.

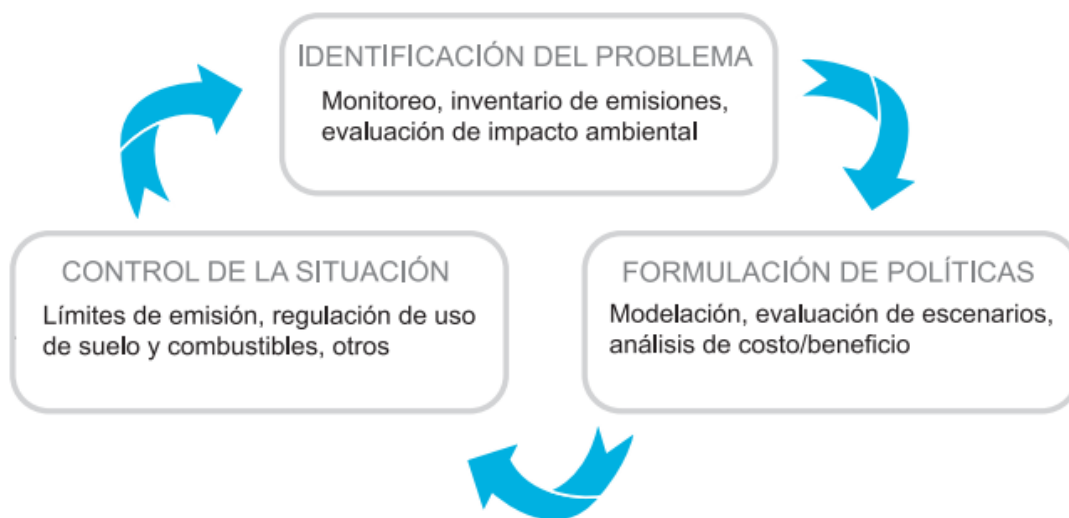


Figura 2.1 Esquema del papel del monitoreo dentro del ciclo de la gestión de la calidad del aire.

Fuente:SANAICA, 2009.

Para llevar a cabo el monitoreo de calidad del aire se utilizan diversos equipos, como analizadores, monitores y sensores que se agrupan en un espacio físico confinado denominado estación de monitoreo. Un grupo de estaciones de monitoreo forma redes de monitoreo, las cuales forman parte del sistema de medición de la calidad del aire.

1.5.1. Estaciones de Monitoreo.

Una estación de monitoreo consiste en una caseta que contiene, como se mencionó, diversos equipos, como analizadores automáticos, monitores, sensores meteorológicos, entre otros, destinados a monitorear las concentraciones de uno o más contaminantes del aire y, por lo general, algunos parámetros meteorológicos; con la finalidad de evaluar la calidad del aire en un área determinada (CENMA, 2003). Los criterios de ubicación de las estaciones son diferentes según los objetivos de monitoreo que hayan sido establecidos. Sin embargo, en cualquier caso, es necesario que el lugar cuente con una fuente adecuada de energía, con seguridad y que esté debidamente protegido de los elementos climáticos.

1.5.2 Redes de Monitoreo.

Se denomina red de monitoreo al conjunto de dos o más estaciones de monitoreo. Es común que las estaciones de monitoreo se encuentren agrupadas en redes que puedan cubrir grandes extensiones geográficas. Los aspectos relacionados con las redes de monitoreo se tratan en el Manual 3 (SAINACA, 2009).

1.5.3 Sistemas de medición de la calidad del aire.

Un Sistema de Medición de la Calidad del Aire está destinado a medir, registrar y procesar información sobre calidad del aire. Está formado por estaciones de muestreo, de monitoreo y de estaciones meteorológicas, sistemas de transmisión de datos, centro de control, oficinas, laboratorios y talleres (Cochran, 1995).

1.6. Selección de equipos de medición de la calidad del aire.

El proceso de selección y compra de los equipos como: analizadores, monitores y muestreadores, entre otros, es determinante para la calidad de los datos que se generen. Una mala selección pone en riesgo la calidad de los datos y se corre el riesgo de no alcanzar los objetivos planeados (Cochran, 1995).

1.7. Instalación de estaciones de monitoreo y de toma de muestra. Para la instalación de una estación de monitoreo se deben identificar los parámetros que pueden afectar su operación (Cochran,1995).

Algunos de estos parámetros son:

- Estabilidad de la temperatura en la caseta;
- Ubicación de la toma de muestra, diseño del múltiple; largo y composición de las líneas de muestreo;
- Composición de los filtros.

Cada estación de monitoreo debe llevar los registros de las actividades realizadas en una bitácora de la estación.

Capítulo III

Metodología de la investigación

En el presente capítulo se muestra la metodología implementada para obtener los resultados de la investigación. Se describe el enfoque y diseño de investigación, los métodos utilizados, las técnicas e instrumentos, la población y la muestra. Por último, se resumen los procedimientos de recolección de datos.

3.1 Tipo de estudio

El estudio que se llevó a cabo en esta investigación es de tipo Descriptivo, estos estudios *“buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis”* (Danhke, 1989).

Se eligió este tipo de estudio debido a que según Hernández Sampieri (2006), con estas mediciones se puede decir cómo se manifiesta el fenómeno de interés.

Los instrumentos que se utilizaron para recabar la información son entrevistas y encuestas enfocadas a conocer a el punto de vista de los maestros con respecto a los alumnos y su comportamiento.

3.2 Diseño de la investigación

La presente tesis contiene una investigación no experimental y su diseño es transeccional o transversal descriptivo, siendo no experimental debido a que los fenómenos se observan tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos después; y es transeccional o transversal descriptivo porque los datos se recolectan en un solo momento y estos presentan el panorama de un estado de una o más variables (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006).

- **Descriptivo-cualitativo**

Debido a que la investigación se lleva a cabo en los casos en que se establece una relación entre los datos recopilados a través de encuestas y análisis para la observación de resultados sobre base de cálculos matemáticos representados en tablas y gráficas.

A su vez un diseño descriptivo, debido a que el investigador está interesado en describir la situación o caso bajo su estudio de investigación.

3.3 Nacimiento de la idea

Se detectó la necesidad de las empresas de giro industrial de cumplir con las normas de calidad y control de emisiones a la atmósfera, con respecto a las chimeneas y puntos de emisión de sus procesos, con el fin de tener un control de emisiones lo que garantiza exentar multas generables por el no cumplimiento de dichas normas, lo que se traduce en ganancias, así como, evitar una posible clausura y con ende la quiebra de la empresa.

3.4 La población o sujeto de estudio

La población total será el grupo de 36 empresas afiliadas a la Asociación de Industriales del Sur de Tamaulipas, A.C. (AISTAC) debido a su ubicación dentro del rango de alcance para este estudio. Asimismo, en esta población existen diversos procesos de producción en el cual se queman distintos tipos de combustibles para la obtención de la energía necesaria en el proceso.

Tabla 3.1 Población elegida para proyecto de implementación de control de emisiones.

EMPRESA	DIRECCIÓN
ALTAMIRA TERMINAL PORTUARIA	Terminal de Usos Múltiples No.1 s/n, Puerto Industrial de Altamira, Altamira Tam. CP 89603
API ALTAMIRA	Calle Río Tamesí Km. 0 800 Lado Sur, Puerto Industrial, Altamira, Tamaulipas
ASISA	Textil 3000, Ejido Santa Amalia, 89603 Altamira, Tamps.
BASF MEXICANA	Boulevard de los Ríos Km. 1 + 880 Corredor Industrial Altamira C.P. 89600 Altamira, Tamaulipas
CABOT	Carretera Tampico-Mante Km 13.5 Col. Laguna de la Puerta, Altamira, Tamaulipas Cp. 89603
CHEMOURS	Carretera Tampico-Mante Km 13.5 Col. Laguna de la Puerta, Altamira, Tamaulipas Cp. 89603
COCA COLA – FEMSA	Embotelladora Coca-Cola / Carretera Tampico - Mante Km. 28.5 s/n /Ejido Santa Amalia, Complejo Textil Altamira C.P. 89603 Altamira, Tam.
CONTOUR GLOBAL	Carretera Tampico Mante Km 17, Puerto Industrial. Altamira, Tamaulipas. C.P. 89603
CREACIONES IGUAZU	Calle C2 No. 1100, Fracc. Fimex Altamira, Tamaulipas, C.P. 89603
CRYOINFRA	Carr. Tampico-Mante Km. 14.5. Altamira, Tam.
DYNASOL ELASTOMEROS	Carretera Tampico-Mante km 28.5 ,Colonia Santa Amalia. Altamira, Tamaulipas / Código Postal: 89602
ENGIE MÉXICO	Prolongación Avenida Hidalgo No. 6505 Norte, Colonia Nuevo Aeropuerto CP 89337 Tampico, Tamaulipas. México
FALCON GROUP	Bldv. de los Rios Km. 10,17 Col. Lomas del Real, Altamira, Tamaulipas. CP. 89600
FLEX AMERICAS	Boulevard de los Rios 5680 89603 Altamira, México

Continuación de la gráfica 3.1

EMPRESA	DIRECCIÓN
GLASS & GLASS	Circuito Perimetral Duport Fracc. Fimex S/N Altamira, Tam. 89603.
GRUPO ALPEK	Bld. Petrocel Km. 1 Corredor Industrial Altamira, Tamps.
GT GLOBAL	Ave. Hidalgo No. 2000-A, Col. Smith, Tampico Tamaulipas.
IBERDROLA	Bld de los Ríos Km 10.3 Col. Lomas del Real (Corredor Industrial) Altamira, Tam.
INDELPRO	Bld. Petrocel Km. 4.5, Puerto Ind. Altamira, Tam.
INEOS STYROLUTION	Km. 1 +880 Bld. de los Ríos Pto. Ind. de Altamira, Tam.
KROW	
LANXESS	Carr. Tampico-Mante Km. 13.9 Altamira, Tam.
LYONDELLBASELL	Bld. Petrocel Km 0.5 Col. Puerto Industrial, 89600 Altamira, Tamps.
M&G POLIMEROS	Boulevard Petrocel Km. 2. / Puerto Industrial Altamira. Altamira, Tam. C.P. 89600.
MEXICHEM PLANTA II	Carretera Tampico-Mante Km. 32 Col. Americana, Altamira, Tamaulipas / Mexico.C.P.89600
MEXICHEM RESINAS VINILICAS PLANTA I	Autopista Altamira Km. 4.5 Puerto Industrial C.P. 89603, Altamira Tamaulipas.
MEXICO CARBON	Bld. de los Rios #900 Col. Puerto Industrial Altamira, Tam.
POSCO MEXICO	Bld. de los Ríos s/n esq. Soto la Marina / 89603 Puerto Industrial Altamira. Altamira, Tamaulipas México.
SAAVI	Circuito Mar de Kara No. 500 Puerto Industrial de Altamira, Altamira Tam. CP 89603
SABIC INNOVATIVE PLASTICS	Bld. de los Ríos KM 4.8, Puerto Industrial Altamira, 89603, Altamira, Tam.
SOFTYS	Boulevard de los Ríos km. 4.5 Puerto Industrial Altamira, C.P. 89600, Altamira, Tamaulipas.
STYROPEK	Boulevard de los ríos Km.7 Puerto Industrial

Continuación de la gráfica 3.1

EMPRESA	DIRECCIÓN
TAGHLEEF	Boulevard de los Rios 9040, Puerto Industrial Altamira, Altamira, Tamaulipas, 89608.
TEPEAL	Calle Nuevo Puerto Industrial Sin número, Col. Puerto Industrial de Altamira. Código Postal 89603. Altamira, Tamaulipas, México.
TERMINAL DE LNG DE ALTAMIRA / TLA	Rio Palmas S/N, Puerto Industrial, 89603 Altamira Tamaulipas, México
VOPAK	Dársena Sur Junto al Arroyo Las Garrapatas, Altamira, Tam.

3.5 El tamaño de la muestra

Tomar un tamaño de muestra correcto consiste en encontrar una muestra que sea representativa del universo o población con cierta posibilidad de error (se pretende minimizar) y nivel de confianza (maximizar), así como probabilidad. (Sampieri 2014) utilizando el programa “STATS®” se calcula la muestra:

Tamaño del universo: 36

Error máximo aceptable: 5%

Porcentaje estimado de la muestra: 50%

Nivel deseado de confianza: 95%

El resultado que nos proporciona STATS® es:

Tamaño de la muestra: 5 (número de empresas que necesitamos para tener representadas a las 36 de la zona, con 95% de confianza y 5% de error máximo).

3.6 Tipo de muestreo

En el presente estudio se designaron las empresas participantes a través de un muestreo probabilístico estratificado que de acuerdo con Sampieri (2012) consiste “en

el que la población se divide en segmentos y se selecciona una muestra para cada segmento.”. Este tipo de muestreo resulta útil en esta investigación debido a que se involucran 5 tipos diferentes de procesos que se generan en sus plantas, donde se involucran quemas de combustibles distintas y así como diferentes métodos la obtención de energía, donde claramente las emisiones juegan un papel importante en el proceso de acreditación de la empresa con las normas necesarias para su operación, así mismo, dichas empresas se encuentran en un rango de alcance cómodo y apto para su traslado vía terrestre, por lo que dicha elección fue estratégica para optimizar la obtención de datos.

Una vez designado el tamaño de muestra de 5 empresas el cual representa el 14% de la población total tomada en cuenta en este estudio. La selección de estas empresas fue determinada por factores como tiempo de traslado, tiempo de ejecución de captación de información y a los diferentes procesos que se llevan a cabo dentro de cada una. para obtener el producto final, así como el combustible requerido.

Las empresas seleccionadas son:

- STYROPEK

La planta de Styropek ubicada en Altamira, Tamaulipas produce poliestireno expansible (EPS), que protege a las televisiones y otros aparatos electrónicos y es una de las diez más grandes del mundo.

- MEXICO CARBON

está ubicada en Altamira, Tamaulipas y es una de las plantas de cogeneración más eficientes de México. (Las plantas de cogeneración producen de forma simultánea electricidad y calor para varias aplicaciones.)

- SABIC INNOVATIVE PLASTICS

Está ubicada en Altamira, Tamaulipas **Sector:** Petroquímica **Giro:** es Soluciones de ingeniería de materiales termoplásticos **Principales productos:** Resinas SAN y HRG así como plástico ABS.

- CHEMOURS

La planta de Altamira ofrece una amplia gama de productos, Chemours es el mayor productor mundial de dióxido de titanio (TiO₂), un componente clave en algunas de las aplicaciones más blancas, brillantes, eficientes y duraderas para revestimientos arquitectónicos, la industria automotriz y aeroespacial, plásticos, laminados y papel.

- CABOT

La planta en Altamira es el productor de Negro de Humo líder en México. Aplicaciones del negro de humo:

- Reforzantes. - Los cuales son utilizados en: Llantas, Bandas Transportadoras, Bandas De Hule-Piso Para Renovación De Llantas, Suelas Para Calzado, Tintas, Etc.
- Semi – Reforzantes. - Son utilizados en: La parte lateral de las llantas, en mangueras, Bandas, Cámaras de automóvil, Impermeabilizantes Selladores.

La aplicación de la encuesta se realizó de manera digital al enviar un enlace Microsoft forms.

3.7 Instrumentos para capturar la información

Debido a la experiencia previa del investigador en el área de control de emisiones, se designó un proceso de 2 puntos de captura de información los cuales se realizan en proceso sistemático donde se pretende iniciar con una encuesta previa para conocer el status general de la empresa, un enfoque al cumplimiento de leyes, así como la importancia que han tomado al tema de control de emisiones, por último se realizó un

muestreo en proceso en chimeneas de proceso en 3 ocasiones en diferentes horarios durante la visita, esto con un medidor portátil para obtener un valor instantáneo de las emisiones al momento. Los resultados obtenidos se presentaron en una tabla de procesamiento de datos con observaciones con el fin que la empresa visita tenga un panorama claro de la situación y decida realizar un enfoque y permitir una medición por un periodo determinado durante proceso a carga nominal de su proceso durante un plazo determinado a diferentes horas del día.

3.8 La prueba piloto

El investigador realizó encuestas a su muestra, con el fin de conocer su postura actual con respecto al cumplimiento de las normas de emisión, así como su conocimiento acerca de la importancia del conocimiento del comportamiento de su proceso una vez controlado a través de las lecturas de emisiones las cuales entregan un resultado del comportamiento de su proceso de quema de combustibles.

Al realizar la prueba piloto, el investigador notó que al recibir respuestas muy específicas sería difícil lograr plasmar resultados concretos a través de gráficas por lo que sería muy difícil llegar a las respuestas esperadas.

El investigador optó en realizar una modificación a la encuesta generando una segunda revisión en la cual se ofrecieran respuestas de opción múltiples con el fin de observar tendencias en las respuestas.

3.9 El instrumento final

Se realizó una segunda revisión del cuestionario generado obteniendo resultados muy buenos para la captación de información por lo que se dio visto bueno como instrumento final para su aplicación (ver anexo A).

Dependiendo de las necesidades del cliente, el investigador realizó una propuesta de las diferentes opciones del sistema de control que cubriera las necesidades que el

proceso requiere para tener una medición continua de emisiones y por ende un control óptimo de proceso para cumplir con las normas de control de emisiones. El instrumento final utilizado fue un analizador de emisiones continuas elegido dependiendo del método de análisis, la ubicación de su instalación y el punto de proceso en el que se encuentre, con el fin de tener una identificación del área determinada a controlar y optimizar el proceso.

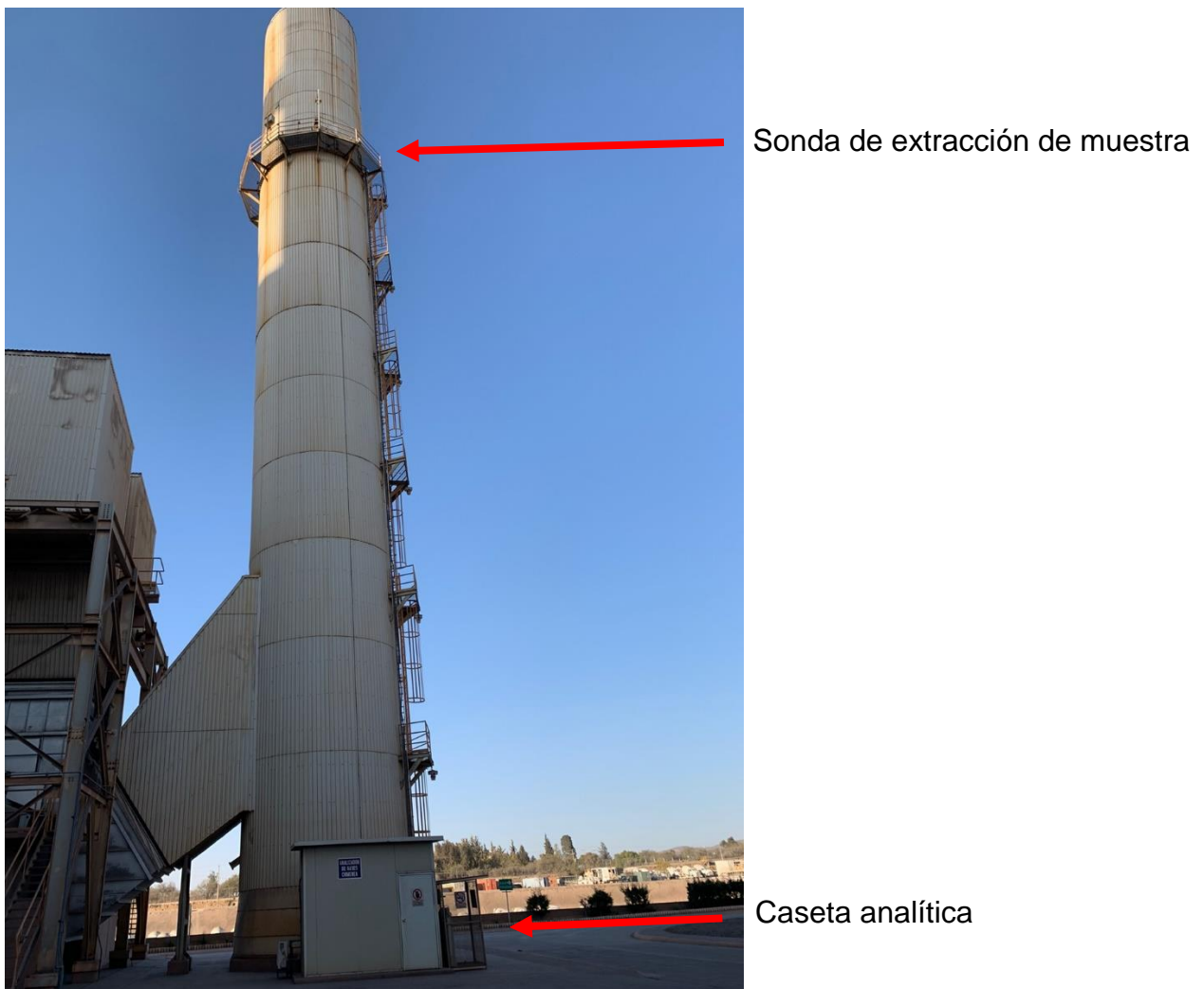


Figura 3.1 Instrumento final montado sobre chimenea de proceso

En la figura 3.1 el investigador, demostró las partes que componen un sistema de control de emisiones montado sobre una chimenea de proceso de un cliente. Lo cual consistió en montar una sonda de extracción de muestra en la parte mas alta de la chimenea, una bomba de succión en la parte de la caseta analítica ubicada en la parte baja de la chimenea que se encargó trasladar la muestra de una línea calentada de muestra para hasta el gabinete de análisis donde se realizó la medición de la misma.

3.10 Software a utilizar

El investigador utilizó software para el tratamiento de los datos como Excel o minitab para la realización de tablas, gráficas y diagramas.

Asimismo, utilizó el software PowerPoint para la presentación gráfica de propuestas y material didáctico para los clientes.

Por otra parte, el software Word para la redacción de documentación formal y generación de documentación necesaria para ingresos a instalaciones.

Por último, software de control de analizadores TCT o ECT para configuración de analizador con un sistema Windows a través de un ordenador portátil y con ello realizar ajustes necesarios en el analizador, así como la generación de gráficas de tendencia de la medición del analizador con base en el periodo de lectura.

3.11 Equipos a utilizar

Los Equipos y materiales utilizados en esta investigación tanto en campo como en oficina se especifican a continuación:

En Oficina: Computadora, Impresora, Hojas de papel Bon, Escáner, USB, Proyector

En campo: Camioneta, GPS, Celular, Radios, Tablet, Analizador portátil TESTO 340, sonda retráctil para captación de muestra con cartucho y manguera, 2 llave perica de 12”

3.12 Técnicas de tabulación de la información

Una vez realizadas las encuestas y mediciones, el siguiente paso fue organizar la información incorporándola en tablas diseñadas en el programa Excel para su concentración y para poder gestionarla de una manera rápida y ordenada (ver tabla 3.2).

Tabla 3.2 Tabla para tabulación de información

Tabla para recopilacion de datos				
Fecha: _____		Empresa: _____		
VISITA DE MUESTREO			Resultados de la encuesta	
Compuesto a analizar	Valor	Dentro de los limites permitidos (SI/NO)	Pregunta	Respuesta
HCL			1	
CO			2	
SO2			3	
NO2			4	
NO			5	
CH4			6	
TOC			7	
Nox			8	
O2			9	
otra: _____			10	
Ejecuto: _____			11	
			12	
			13	
			14	
			15	
			16	
			17	
			18	

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo IV

Presentación y análisis de resultados

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación obtenidos mediante el procesamiento, análisis e interpretación de los datos obtenidos, arrojados de la población en estudio. Dichos resultados fueron recabados mediante la utilización de un instrumento dirigido a las empresas de la AISTAC, los datos recabados por esta entrevista permitieron darle respuestas a los objetivos y a las variables planteadas en esta investigación, permitiendo así evaluar el análisis interno del control de emisiones de las empresas objeto de estudio.

El análisis cuantitativo que se presenta a continuación se realiza de acuerdo con la relación existente entre los objetivos, variables, dimensiones e indicadores establecidos en el instrumento de recolección de datos, manejados con la finalidad de apreciar con mayor claridad la tendencia de las respuestas y los resultados recabados. Debe indicarse que los datos son presentados en tablas donde se muestran las frecuencias absolutas (F.A.), calculadas para cada una de las preguntas establecidas en el instrumento.

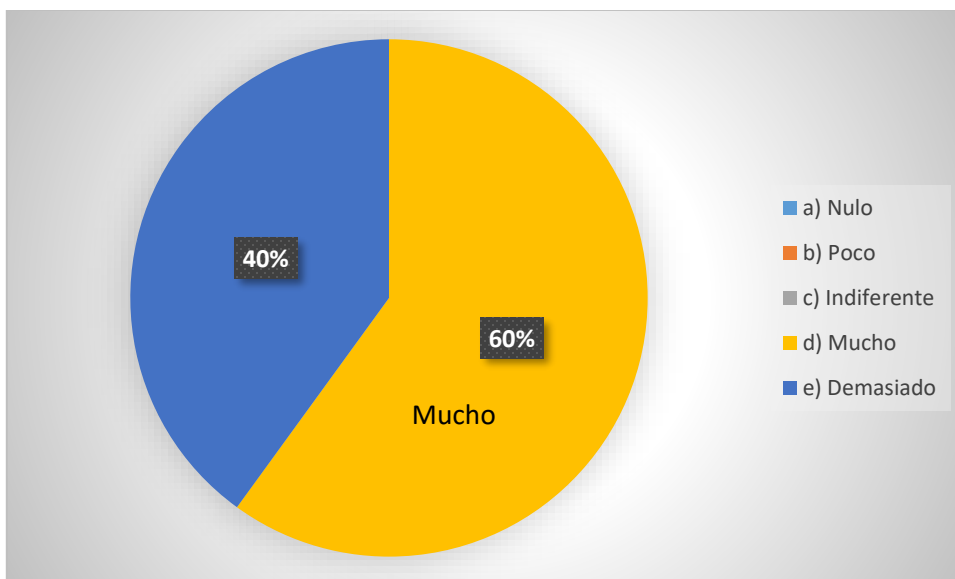
4.1 Análisis de las preguntas de la encuesta

Tabla 4.1 Preocupación por la contaminación del aire.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Nulo	0	0%
b) Poco	0	0%
c) Indiferente	0	0%
d) Mucho	3	60%
e) Demasiado	2	40%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.1 el investigador presenta información acerca de qué tanto le preocupa la contaminación del aire a los encuestados, obteniendo resultados con tendencias que señalan que este es un problema que repercute en la sociedad y se debe realizar alguna acción para contenerla.



Gráfica 4.1 Preocupación por la contaminación del aire

Fuente: Elaboración propia.

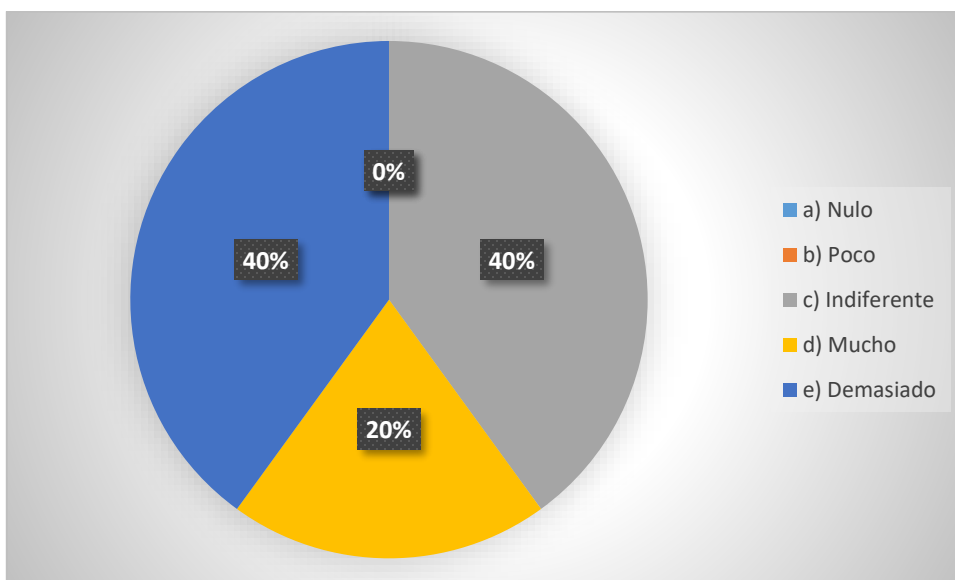
En la gráfica 4.1 podemos observar que la contaminación del aire es un tema que preocupa a todos debido a que es un tema muy delicado en el cual se deben tomar cartas en asunto; esto a la brevedad debido a que con el paso del tiempo está empeorando y se debe realizar un control de la situación.

Tabla 4.2 ¿Qué tanto afecta la contaminación del aire?

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Nulo	0	0%
b) Poco	0	0%
c) Indiferente	2	40%
d) Mucho	1	20%
e) Demasiado	2	40%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.2 el investigador presenta información acerca de qué tanto le afecta la contaminación del aire en su vida cotidiana a los encuestados, obteniendo resultados con tendencias que señalan que este es un problema que no es un 100% preocupante debido a que los cambios en el planeta repercuten con una respuesta lenta, sin embargo el daño claramente se está generando.



Gráfica 4.2 Distribución porcentual sobre que tanto afecta a la población la contaminación del aire en su vida cotidiana (Altamira 2023)

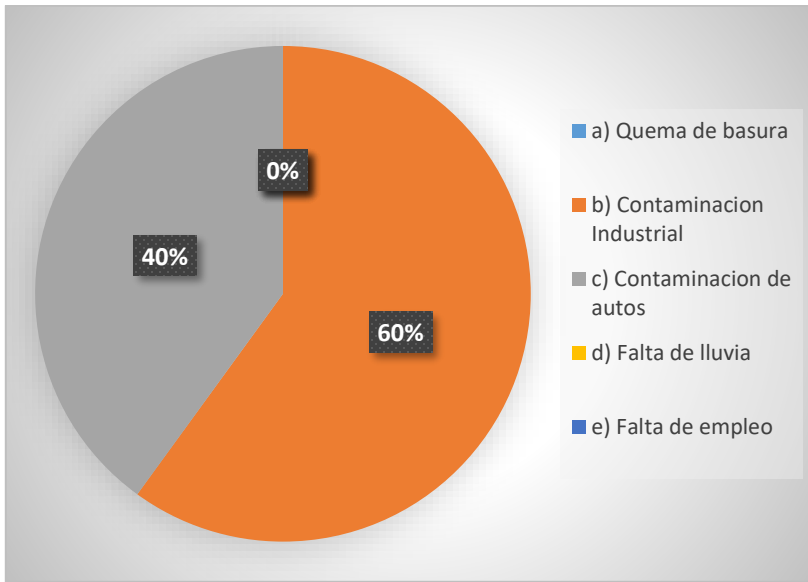
En la gráfica 4.2 podemos observar que la contaminación del aire no es notoria en el día con día de las personas; Pero es un tema que de no tener un control generara enfermedades y desencadenara una serie de problemas tales como lo son el aumento de cambios de temperatura drásticos, deshielo de casquetes polares, así como limitaciones en la calidad de vida de las personas.

Tabla 4.3 Factores que han causado el aumento de la temperatura en la última década.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Quema de basura	0	0%
b) Contaminación industrial	3	60%
c) Contaminación de autos	2	40%
d) Falta de lluvia	0	0%
e) Falta de empleo	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

A través de la información contenida en la tabla 4.3 el investigador logró notar la postura que se tiene a primera mano acerca del pensamiento del público encuestado acerca de los factores que detonan el aumento de la temperatura en los últimos años, en los cuales la tendencia mayor se concentró en el área de contaminación industrial, lo cual es parte del tema principal de esta investigación.



Gráfica 4.3 Distribución porcentual sobre factores que causan el aumento de temperatura en la última década (Altamira 2023)

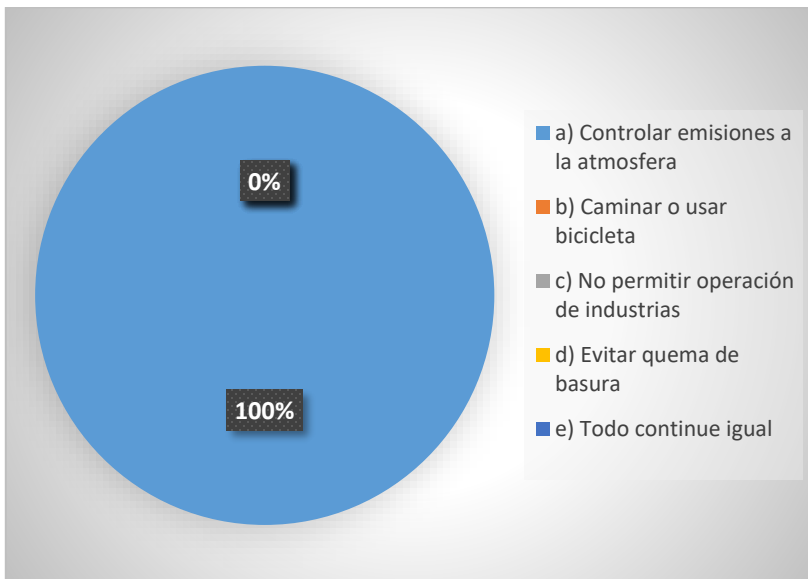
En la gráfica 4.3 se demuestra que se tiene conciencia acerca de que la contaminación causada por la industria es un factor importante al momento de analizar cuáles son las fuentes de contaminación, claramente existen varias fuentes de emisión tales como automóviles, contaminación doméstica como la quema de basura así como de derrames los cuales terminan contaminando el medio ambiente muchas veces afectando a otros elementos implicados tales como el agua, la cual es igual de importante que el aire necesario para vivir.

Tabla 4.4 Acciones realizables para minimizar el cambio climático

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Controlar emisiones a la atmósfera	5	100%
b) Caminar o usar bicicleta	0	0%
c) No permitir operación de industrias	0	0%
d) Evitar quema de basura	0	0%
e) Todo continúe igual	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.4 el investigador presenta información acerca de qué piensan los encuestados en cuanto a, ¿Cuáles serían las acciones que se deben realizar para minimizar el cambio climático? En la cual el resultado fue un 100% con lo que se demuestra el interés de los encuestados por la realización de esta investigación.



Gráfica 4.4 Distribución porcentual sobre acciones que debemos realizar para minimizar el cambio climático (Altamira 2023)

En la gráfica 4.4 podemos observar cómo el 100% de los encuestados están de acuerdo en que en general controlar emisiones a la atmósfera es la clave para minimizar el cambio climático, el cual no es un proceso con resultados en corto plazo

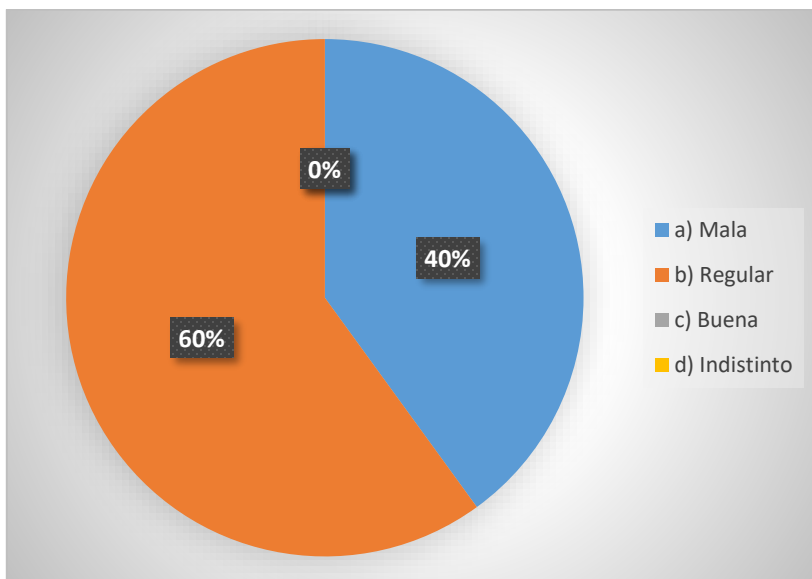
pero se demuestra que controlar las emisiones de fuentes fijas y fuentes móviles, en nuestras actividades diarias y con un enfoque especial a las empresas, se lograra que el cambio climático sea un factor que se reduzca con el paso del tiempo.

Tabla 4.5 ¿Cómo será la calidad de aire en 10 años?

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Mala	2	40%
b) Regular	3	60%
c) Buena	0	0%
d) Indistinto	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.5 el investigador presenta información acerca de que piensan a futuro sobre el tema de la calidad del aire en su vida a los encuestados, a lo que los encuestados respondieron en su mayoría regular debido a que piensan que este problema tiene una afectación lenta y que no realizara acciones mortales a corto plazo.



Gráfica 4.5 Distribución porcentual sobre su opinión de cómo será la calidad del aire en los próximos 10 años (Altamira 2023)

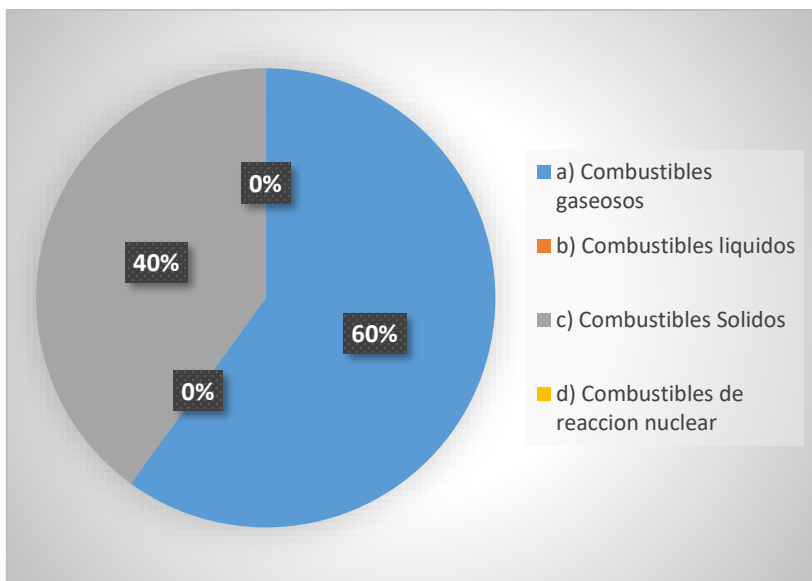
En la gráfica 4.5 se presentan los resultados de una cuestión desde el punto de vista personal del entrevistado en el cual podemos observar en un periodo mediano de tiempo como se espera que sea la calidad del aire, claramente si no se toman las medidas pertinentes para este problema la tendencia del aire en años próximos se volverá deplorable y se deberán tomar medidas correctivas drásticas, cuando lo ideal es crear acciones preventivas para combatir este problema existente.

Tabla 4.6 Combustibles utilizados en el proceso

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Combustibles gaseosos	3	60%
b) Combustibles líquidos	0	0%
c) Combustibles sólidos	2	40%
d) Combustibles de reacción nuclear.	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.6 el investigador presenta información acerca de cuáles son los combustibles usados en los procesos para obtención de energía en sus plantas, cabe recalcar que cada proceso cuenta con una metodología y materia prima diferente por lo que los resultados presentados son una muestra significativa referente al uso de combustibles, pero durante la implementación de dicha investigación a un cliente potencial es necesario un análisis detallado por el investigador previo a su implementación.



Gráfica 4.6 Distribución porcentual acerca de los distintos combustibles utilizados en los procesos internos. (Altamira 2023)

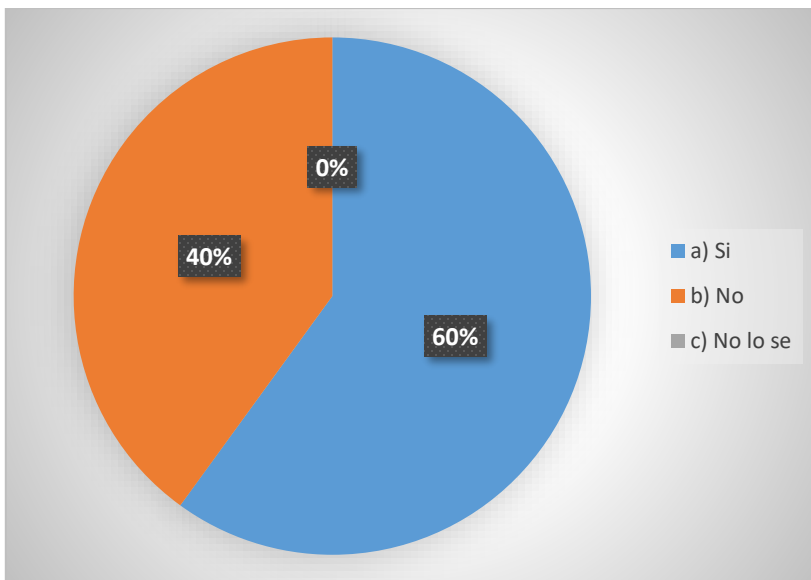
En la gráfica 4.6 podemos observar los distintos combustibles utilizados para la obtención de energía o transformación de la materia prima en el proceso, en este caso se presentan los resultados correspondientes los cuales son los principales combustibles en la zona, debido a la fácil obtención de los mismos, sin embargo ambos tienen distintas combustiones por el tipo de proceso, así mismo se podrían implementar combustibles de reacción nuclear como la planta nucleoelectrica, la cual genera contaminación presenta en un radio amplio a la zona, sin embargo en la zona no tenemos ese problema pero claramente requiere condicionantes específicos dependiendo del proceso.

Tabla 4.7 Existencia de monitoreo de emisiones en chimeneas.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Si	3	60%
b) No	2	40%
c) No lo se	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.7 el investigador presenta información acerca de la postura en cuanto al control de emisiones dentro de los procesos de las plantas de los encuestados, demostrando buenos resultados debido a que se tiene al menos la iniciativa de la mayoría, con una aplicación general, pero demostrando un buen punto de partida.



Gráfica 4.7 Distribución porcentual acerca del acceso a información correspondiente en chimeneas de proceso. (Altamira 2023)

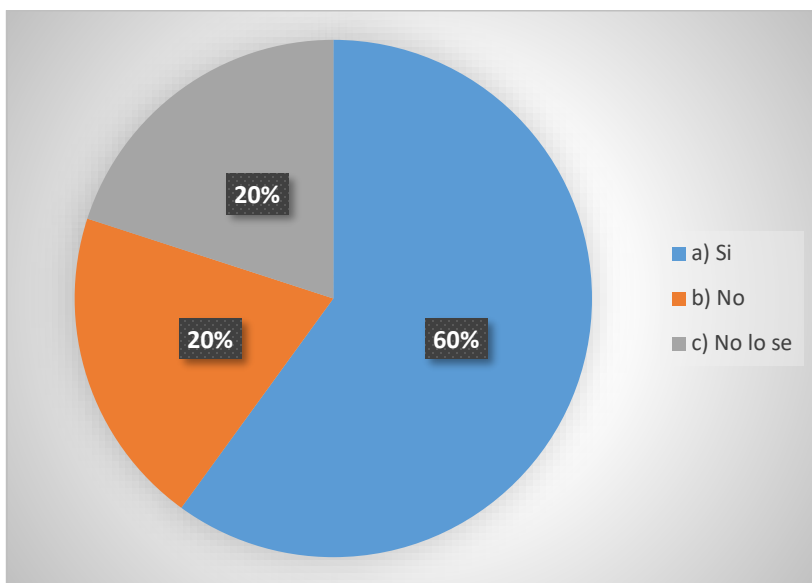
En la gráfica 4.7 el investigador presenta resultados certeros en los cuales se tenía una especulación previa, debido a que esta aplicación tan importante, muchas veces no es tomada a consideración importante para un monitoreo de emisiones 24/7 del proceso, si no, muchas empresas contratan laboratorios de análisis semestralmente con el fin de saber cómo se encuentran sus mediciones previas a una auditoria, sin embargo una medición de un promedio de horas en un día realizado cada 180 días difícilmente será un parte aguas para un control del proceso debido a que no se tiene un historial de comportamiento del proceso, por lo que un ajuste inmediato no ayudaría de mucho.

Tabla 4.8 Conocimiento las normas aplicables al control de emisiones

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Si	3	60%
b) No	1	20%
c) No lo se	1	20%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.8 el investigador presenta información acerca de que qué tanto conocimiento se tiene acerca de las normas aplicables ante el control de emisiones dentro de los encuestados, obteniendo resultados un poco imprecisos debido a que no se tiene evidencia previa en cuanto a qué norma cumplen o si se encuentran actualizados por lo que el investigador considera necesario una actualización de información acerca de las normas aplicables previo a la aplicación de esta investigación para sus empresas



Gráfica 4.8 Distribución porcentual acerca del acceso a información correspondiente de las normas aplicables al control de emisiones. (Altamira 2023)

En la gráfica 4.8 presentamos observar el acceso que se tiene al tema de normas aplicables al control de emisiones, es un tema muy delicado a que constantemente se

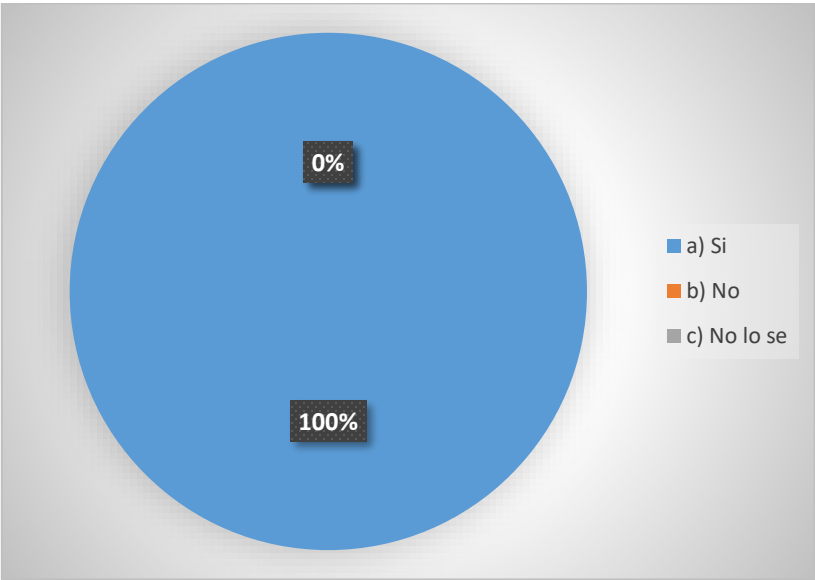
realizan ajustes en cuanto a límites máximos de emisiones y cuáles son los métodos para la medición de cada compuesto por lo que se requieren sesiones de actualización cada cierto periodo de tiempo, el cual se puede incluir en el servicio de control de emisiones.

Tabla 4.9 Visitas por parte de SEMARNAT o un auditor interno/externo

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Si	5	100%
b) No	0	0%
c) No lo se	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.9 el investigador presenta información acerca de la frecuencia de visitas por parte de la SEMARNAT o algún auditor interno/externo hacia la empresa en el área de control de emisiones, presentando resultados obtenidos con un porcentaje absoluto en la cual el 100% de los encuestados reciben visitas con enfoque al tema de control de emisiones.



Gráfica 4.9 Distribución porcentual acerca de la recepción de auditorías internas o externas o visitas por parte de SEMARNAT. (Altamira 2023)

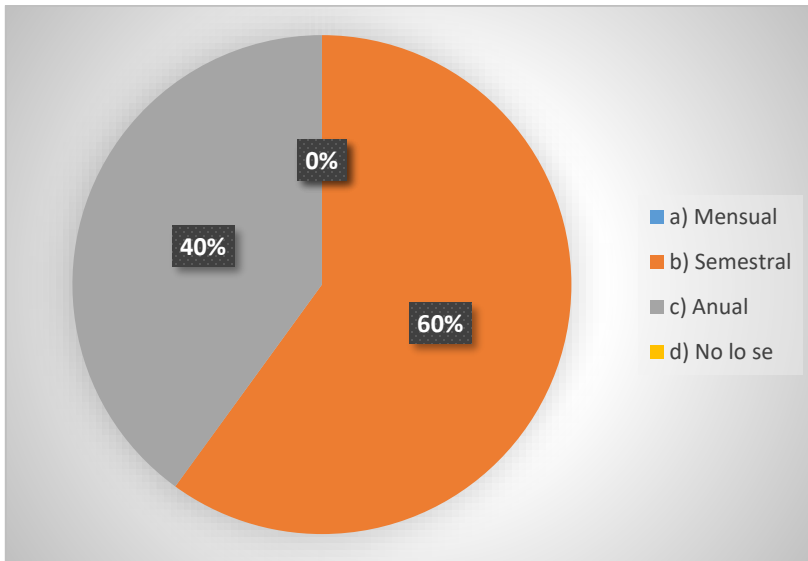
En la gráfica 4.9 se demuestra que en un 100% de los casos, el tema de auditorías o visitas por parte de SEMARNAT enfocado al tema de control de emisiones así que es un buen indicativo de que se debe reforzar esa área en la empresa para tener un buen resultado al término de su evaluación.

Tabla 4.10 Frecuencia de recepción de visitas por parte de SEMARNAT o un auditor interno/externo para el área de emisiones.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Mensual	0	0%
b) Semestral	3	60%
c) Anual	2	40%
d) No lo se	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.10 el investigador presenta información acerca de con qué frecuencia se obtienen visitas por parte de personal de SEMARNAT o auditores internos/externos para un control del área de emisiones dentro de la empresa, obteniendo resultados muy buenos por parte de los encuestados marcando una tendencia semestral lo cual es el mínimo requerido para cumplir con las normas.



Gráfica 4.10 Distribución porcentual acerca de la frecuencia de recepción de auditorías internas o externas o visitas por parte de SEMARNAT. (Altamira 2023)

En la gráfica 4.10 se demuestra que en cuanto al tema de auditorías o visitas por parte de SEMARNAT enfocado al tema de control de emisiones, se reciben 1 o 2 visitas al año como máximo por año, por lo que se tiene suficiente tiempo para realizar ajustes necesarios del proceso entre visitas y trabajar con un departamento interno para el monitoreo de emisiones en periodos con una frecuencia menor (auditoría interna mensual).

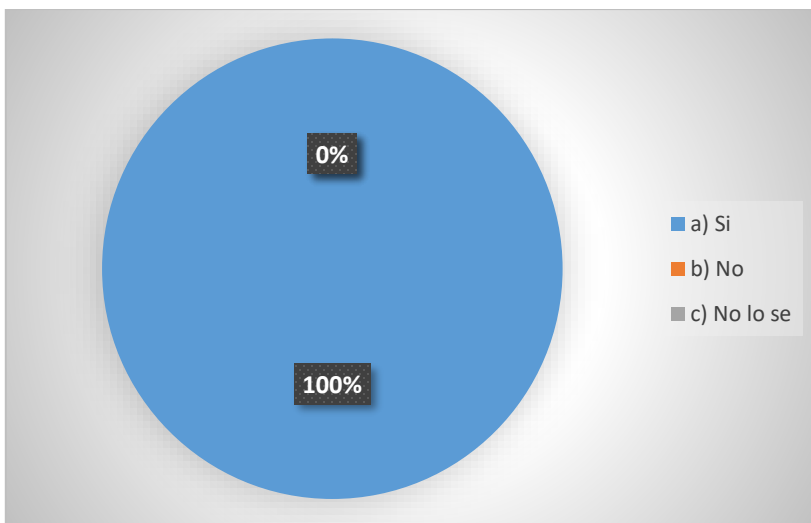
Tabla 4.11 Problemas en el pasado ocasionados por emisiones a la atmosfera fuera de control.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Si	5	100%
b) No	0	0%
c) No lo se	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla .11 el investigador presenta datos obtenidos con respecto a si alguna vez ha tenido han tenido problemas ocasionados por emisiones fuera

de control dentro de su proceso, obteniendo resultados absolutos con una respuesta positiva lo que indica que alguna vez han tenido problemas con respecto al control de emisiones. Esto es un indicativo de que el investigador tendrá oportunidad de aplicar sus conocimientos y esta metodología para lograr un control de emisiones certero.



Gráfica 4.11 Distribución porcentual acerca de la presentación de problemas ocasionados por emisiones fuera de control. (Altamira 2023).

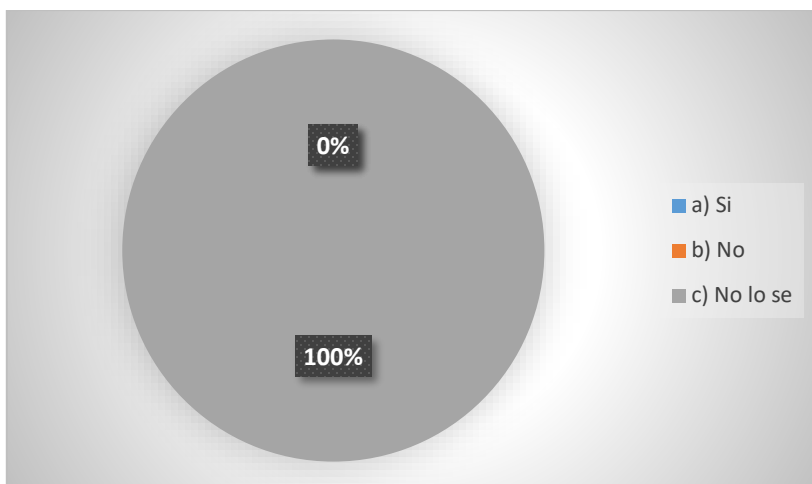
En la gráfica 4.11 se demuestra que en un 100% de los casos, el tema de problemas causados por el una falta de control de emisiones termina presentándose en la empresa, lo cual se traduce en pérdidas a la empresa ya sea por desfuegos forzados, materia prima fuera de calidad, o simplemente una variación en el proceso, con un sistema de control de emisiones se prevé tener problemas dividido a que es posible la generación de alarmas de limite o programaciones de acciones necesarias para controlar o parar el proceso y con ello evitar que el problema aumente su magnitud o se corrija de la manera más efectiva posible.

Tabla 4.12 Multas o Clausuras temporales por causa de exceso de emisiones a la atmósfera.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Si	0	0%
b) No	0	0%
c) No lo se	5	100%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla .12 el investigador presenta respuestas de los encuestados en cuanto a si alguna vez han recibido multas o clausuras temporales por causa del exceso de emisiones a la atmósfera lo cual resultó una respuesta imparcial debido a la confidencialidad de la información en cuanto a multas o clausuras que pudiesen afectar su imagen como empresa ante la sociedad.



Gráfica 4.12 Distribución porcentual acerca haber recibido multas o clausuras temporales por causa de exceso de emisiones a la atmósfera (Altamira 2023)

En la gráfica 4.12 se demuestra que en un 100% de los casos, se tiene información muy limitada del tema, debido a que es un tema sensible el cual de ninguna manera le gustaría a la empresa ser expuesta de tal manera que pueda dañar su reputación. Aunque en la mayoría de los casos, en plantas donde no se cuenta con un control de emisiones instado y operado de manera correcta, la empresa sufre de multas y

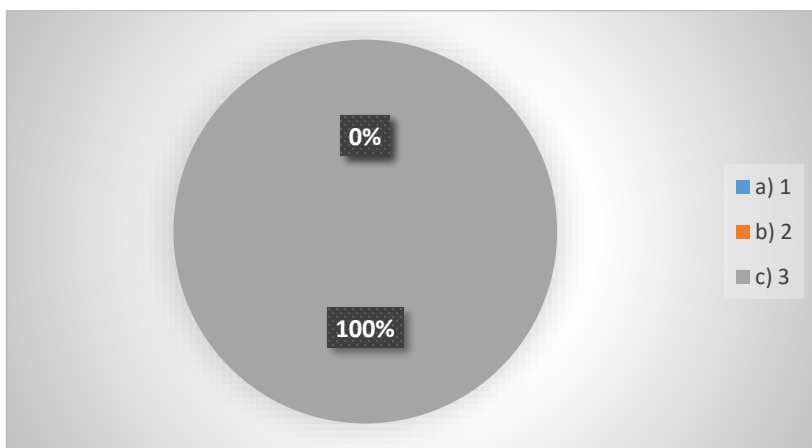
llamados de atención causado por emisiones, lo cual en caso de hacer caso omiso es posible termina en una clausura temporal.

Tabla 4.13 Numero de turnos (8:00 hrs) de operación de su proceso.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) 1	0	0%
b) 2	0	0%
c) 3	5	100%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.13 el investigador presenta información acerca de cuántos turnos de 8 horas opera su proceso, obteniendo un resultado absoluto en los cual es el cual cuentan con un proceso continuo, por lo que se trabaja 3 turnos de 8 horas diarios presentando lo que conlleva una emisión continua hacia la atmósfera sin importar la hora del día.



Gráfica 4.13 Distribución porcentual acerca el número de turnos operados diariamente
(Altamira 2023)

En la gráfica 4.13 se demuestra que en un 100% de los casos, se tiene un proceso constante 24 por lo que la emisión hacia la atmósfera es constante, al ser un proceso operativo con índices marcados por control de calidad de materia prima, debe ser un

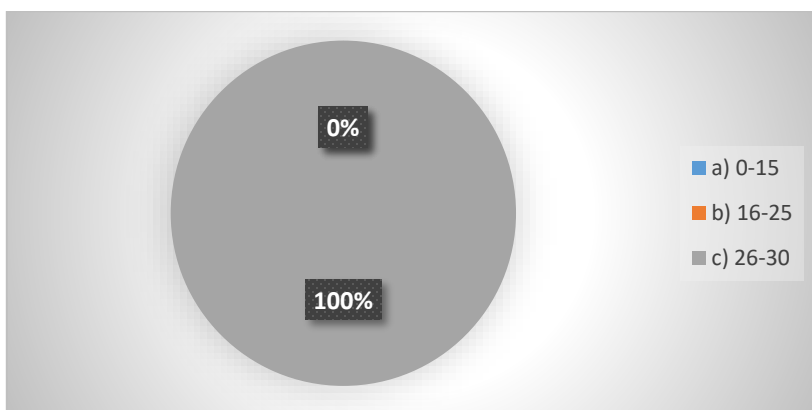
proceso en el cual sus valores no cambian desde el momento de la inyección de materia prima hasta el momento de entrega de producto terminado y por ende la cantidad de emisiones no cambia.

Tabla 4.14 Días al mes en promedio de operación de su proceso

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) 15-15	0	0%
b) 16-25	0	0%
c) 26-30	5	100%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.14 el investigador presenta información acerca de cuántos días al mes opera su proceso, obteniendo una respuesta en cuanto a frecuencia con un promedio de 26 a 30 días, lo que quiere decir que la muestra encuestada cuenta con jornadas continuas, salvo casos extraordinarios como lo son mantenimientos programados o fallas en el proceso, lo que conlleva paros de emergencia y por ende la detención del proceso.



Gráfica 4.14 Distribución porcentual acerca el promedio de días que opera su proceso en al mes (Altamira 2023)

En la gráfica 4.14 se demuestra que en un 100% de los casos, se tiene un proceso constante a lo largo del mes, esto en condiciones óptimas de operación a excepción de días de paro de planta ya sean programados o por algún inconveniente en el

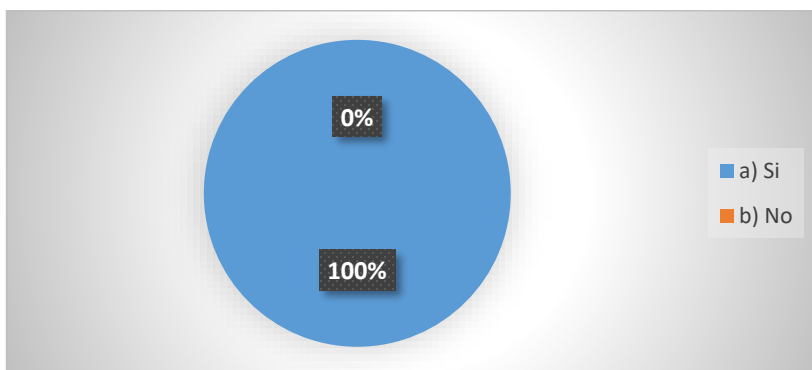
proceso, por lo que la emisión hacia la atmósfera es constante, al ser un proceso operativo con índices marcados por control de calidad de materia prima, debe ser un proceso en el cual sus valores no cambian desde el momento de la inyección de materia prima hasta el momento de entrega de producto terminado y por ende la cantidad de emisiones no cambia.

Tabla 4.15 Conocimiento acerca de importancia del control del oxígeno dentro de una combustión en su proceso.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Si	5	100%
b) No	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.15 el investigador presenta información acerca del dominio del conocimiento de la importancia del control de oxígeno dentro de las combustiones en sus procesos para la obtención de energía o producto terminado, obteniendo resultados certeros en los cuales el 100% de la población encuestada demostró tener el conocimiento acerca de la importancia del control del oxígeno dentro de la combustión, sin embargo el investigador sugiere generar talleres de conversación para focalizar a un nivel superior la importancia de dicho tema lo cual teniendo un dominio total del tema obtendrían un óptimo consumo en cuánto al combustible necesario en sus combustiones.



Gráfica 4.15 Distribución porcentual acerca del conocimiento de la importancia del control de oxígeno dentro de una combustión en el proceso. (Altamira 2023)

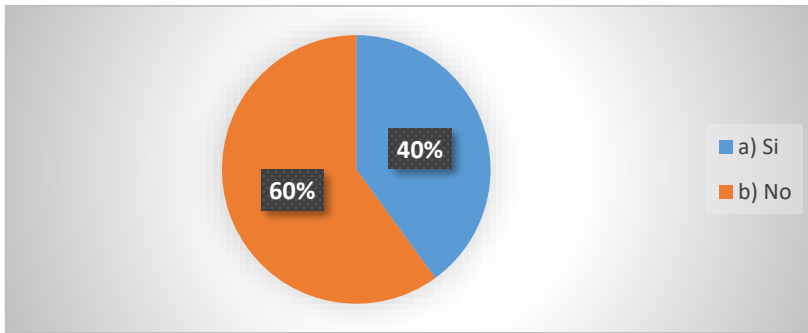
En la gráfica 4.15 se demuestra que en un 100% de los casos, se tiene conocimiento acerca de un tema tan importante como lo es el control de oxígeno dentro de una combustión, cuidar la combustión dentro de un proceso operativo con índices marcados por control de calidad de materia prima es una parte primordial debido a que con esto se optimiza la quema de combustible y se traduce en ahorro para la empresa, así mismo el control del oxígeno de manera adecuada, garantiza que la emisión sea lo más controlada posible debido a que al lograr la quema adecuada de combustible muchos compuestos son transformados.

Tabla 4.16 Existencia de instrumentos específicos de medición de emisiones en su proceso.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Si	3	60%
b) No	2	40%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.16 el investigador presenta información acerca de si en la población encuestada se cuentan con instrumentos específicos para la medición de emisiones, lo cual resultó una respuesta en su mayoría positiva, sin embargo no una totalidad como se esperaba, esto debido a que no todas las empresas cuentan con instrumentos específicos para la medición de emisiones, no por lo que el investigador se dará a la tarea de analizar a detalle el por qué no se cuentan con los instrumentos específicos necesarios para la medición de emisiones hacia la atmósfera así como consultar el estatus actual en los clientes potenciales que ya cuentan con instrumentos específicos para la medición de emisiones.



Gráfica 4.16 Distribución porcentual acerca la existencia de instrumentos de medición de emisiones en sus plantas (Altamira 2023)

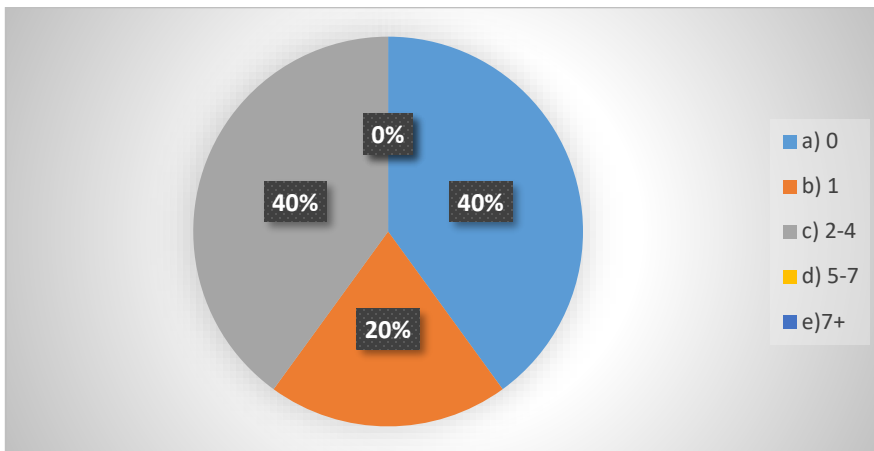
En la gráfica 4.16 se demuestra que en un 60% de los casos, cuentan con analizadores específicos para la medición de emisiones, lo cual es muy bueno debido a que, es un buen inicio y antecedentes previos al control de emisiones por lo que será necesario realizar un levantamiento de los analizadores existentes para ver que estén trabajando de manera correcta y cumplan con las normas, y así mismo en caso de requerirlo complementarlo para optimizar su control, en el caso contrario el 40% restante que no cuentan con instrumentos específicos para la medición de emisiones, se realizara la propuesta de un sistema de análisis para controlar sus emisiones lo cual en este momento es estrictamente necesario si desean cumplir con las normas de control de emisiones.

Tabla 4.17 Numero de compuestos máximos analizados en su control de emisiones actual.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) 0	2	40%
b) 1	1	20%
c) 2-4	2	40%
d) 5-7	0	0%
e) 7	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.17 el investigador presenta información acerca de cuántos compuestos son capaces de analizar sus instrumentos de medición de emisiones en caso de contar con ellos obteniendo resultados con tendencias bajas en cuanto al número de compuestos analizados; Sólo un 40% de la muestra encuestada cuentan con instrumentos que analizan de 2 a 4 compuestos, lo cual sigue siendo un número muy bajo para un cumplir con los parámetros mínimos permitidos en las normas, por lo que el investigador realizará propuestas para el inicio de la implementación de sistemas estrictamente necesarios para un análisis certero en cuánto a los compuestos que están siendo expulsado hacia la atmósfera.



Gráfica 4.17 Distribución porcentual acerca del número de compuestos analizados por los instrumentos de medición de emisiones en sus plantas (Altamira 2023)

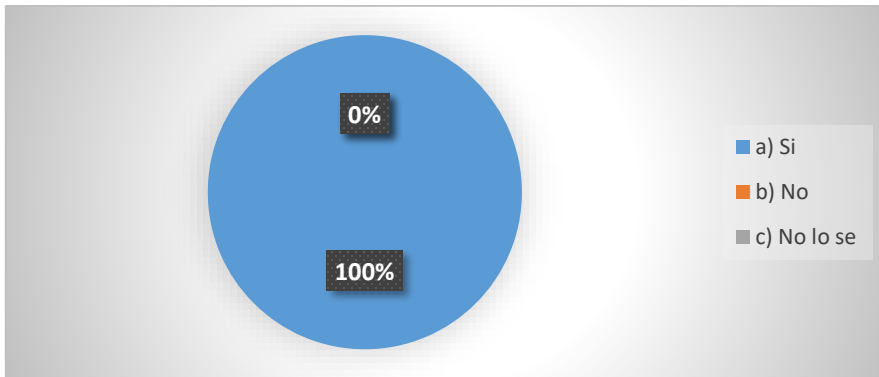
En la gráfica 4.17 se demuestra que en un 40% de los casos, los analizadores instalados cuentan con capacidad para analizar de 2 a 4 compuestos, lo que no garantiza cumplir con las normas establecidas, sin embargo, es bueno contar con antecedentes previos al control de emisiones por lo que será necesario realizar un levantamiento de los analizadores existentes para ver que estén trabajando de manera correcta y cumplan con las normas, y así mismo en caso de requerirlo complementarlo para optimizar su control, en el caso contrario analizar un elemento como el oxígeno, optimiza la quema de combustible pero no se tiene información de los demás compuestos expulsados así, que se deberá contemplar de igual manera que las empresas que no cuentan con analizadores específicos instalados, la propuesta de un sistema de análisis para controlar sus emisiones lo cual en este momento es estrictamente necesario si desean cumplir con las normas de control de emisiones.

Tabla 4.18 interés sobre la optimización la quema de combustibles en su proceso

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
a) Si	5	100%
b) No	0	0%
c) No lo se	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.18 el investigador presenta información acerca de que si los encuestados les gustaría optimizar la quema de combustibles en su proceso; Lo cual resultó una respuesta absoluta positiva debido a que es un tema que beneficiará a su proceso en cuánto a reducir costos en combustible, así como cumplir con normas obligatorias para la operación de su proceso de manera continua dentro de parámetros estipulados por órganos específicos para permitir su operación de manera correcta.



Gráfica 4.18 Distribución porcentual acerca si estuviesen interesados en optimizar la quema de combustibles en su proceso (Altamira 2023)

En la gráfica 4.18 se demuestra que en un 100% de los casos, se encuentran interesados en optimizar la quema de combustibles de su proceso y con esto a su vez cuidar las emisiones a la atmósfera, implementando un sistema de monitoreo continuo de emisiones con el fin de cumplir las normas de control de emisiones, evitando multas y posibles clausuras temporales.

Tabla 4.19 Sumario de preguntas

No.	Pregunta	Indicativo de mayor porcentaje	Porcentaje de tendencia
1	A usted, ¿qué tanto le preocupa la contaminación del aire?	Mucho	60%
2	Pensando en su vida cotidiana, ¿qué tanto le afecta la contaminación del aire?	Demasiado	40%
3	¿Qué factores piensa usted que han causado el aumento de la temperatura en la última década?	Contaminación industrial	60%
4	¿Qué acciones debemos realizar para minimizar el cambio climático?	Controlar emisiones a la atmósfera	100%

5	Como van las cosas, dentro de 10 años la calidad del aire será:	Regular	60%
6	¿Cuál su combustible utilizado en su proceso?	Combustibles gaseosos	60%
7	¿Cuentan con monitoreo de emisiones en sus chimeneas?	Si	60%
8	¿Conoce las normas aplicables al control de emisiones?	Si	60%
9	¿Recibe visitas por parte de semarnat o un auditor interno/externo?	Si	100%
10	¿con que frecuencia recibe visitas por parte de semarnat o un auditor interno/externo para el área de emisiones?	Semestral	60%
11	¿Alguna vez han tenido problemas ocasionados por una emisión fuera de control?	Si	100%
12	¿Alguna vez han recibido multas o clausuras temporales por causa de exceso de emisiones a la atmósfera?	No lo se	100%
13	¿Cuántos turnos (8:00 hrs) opera su proceso?	3	100%
14	¿Cuántos días al mes en promedio opera su proceso?	26-30	100%
15	¿Conoce la importancia del control del oxígeno dentro de una combustión en su proceso?	Si	100%
16	¿Cuentan con instrumentos específicos de medición de emisiones?	Si	100%
17	En caso de que su respuesta anterior sea si, ¿Cuántos compuestos analizan?	1	40%
18	¿Les gustaría optimizar la quema de combustibles en su proceso?	Si	100%

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla el investigador observar las tendencias en las respuestas en las cuales se demuestra que la sociedad está interesada y preocupada por el control de

emisiones lo cual beneficiaría su calidad de vida, optimización de recursos y cumplir con las normas aplicables al control de emisiones, las cuales permitirán operar de manera normal y evitar sanciones ocasionadas por su incumplimiento.

4.2 Análisis de toma de muestras en proceso

La toma de muestras de proceso se realizó presencialmente, directamente en tomas de proceso en líneas de producción.

Para esto los resultados se presentan en graficas de barras en la pantalla del equipo lo cual es una herramienta muy útil para conocer y determinar cuales son los compuestos que se encuentran fuera de rango en cada proceso.

A continuación, se muestran algunas evidencias de los resultados obtenidos en cada visita dependiendo el cliente, sin embargo, en base a la experiencia previa y a los limites permitidos de estos compuestos.



Figura 4.1 Operación de sistema de monitoreo de emisiones

Como se mencionó en el apartado 1.6, se omiten los nombres de las empresas en los resultados a fin de cuidara la privacidad de las mismas.

En la figura 4.1 El ingeniero se encontraba operando un sistema de monitoreo de emisiones en el cual asigna alarmas para límites máximos dependiendo el compuesto analizado. Dicha acción repercutiendo de manera directa como indicador del comportamiento del proceso con el fin de realizar ajustes en el mismo.

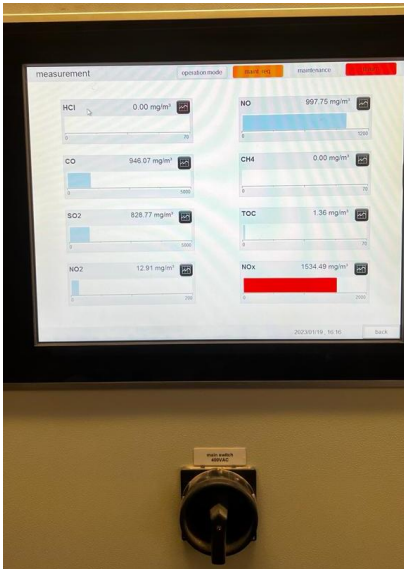


Figura 4.2 Pantalla de análisis de proceso de empresa participante 1.

En la figura 4.2 El investigador demostró lecturas en un instante del analizador de emisiones de la empresa participante número 1.

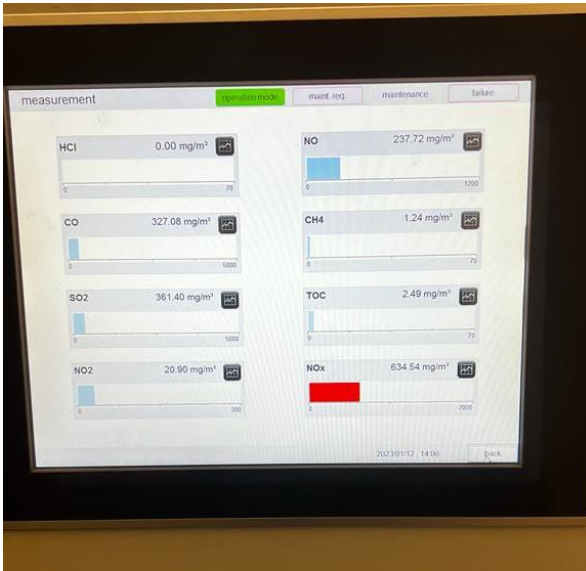


Figura 4.3 Pantalla de análisis de proceso de empresa participante 2
 En la figura 4.3 el investigador demostró lecturas en un instante del analizador de emisiones de la empresa participante numero 2

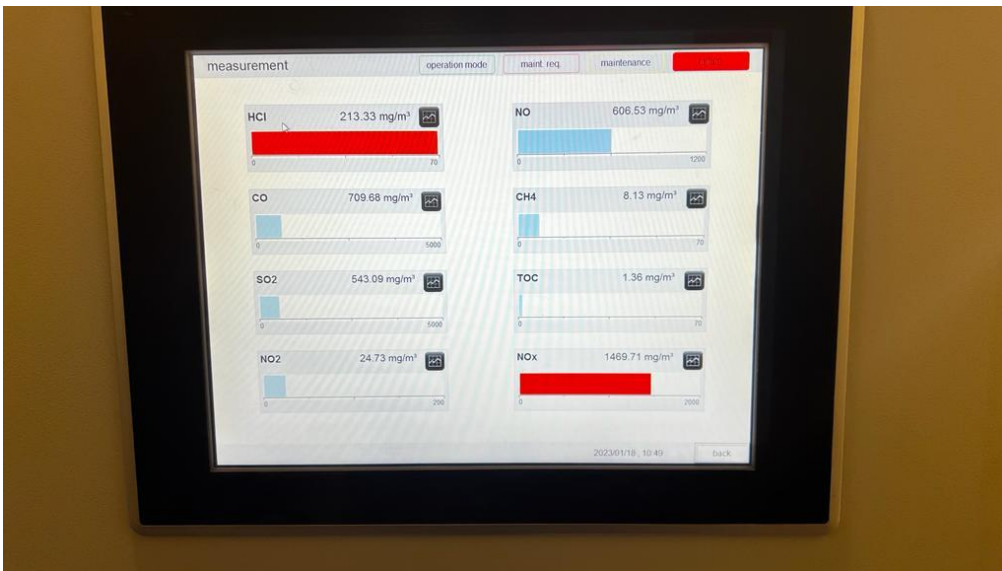


Figura 4.4 Pantalla de análisis de proceso de empresa participante 3
 En la figura 4.4 el investigador demostró lecturas en un instante del analizador de emisiones de la empresa participante numero 3

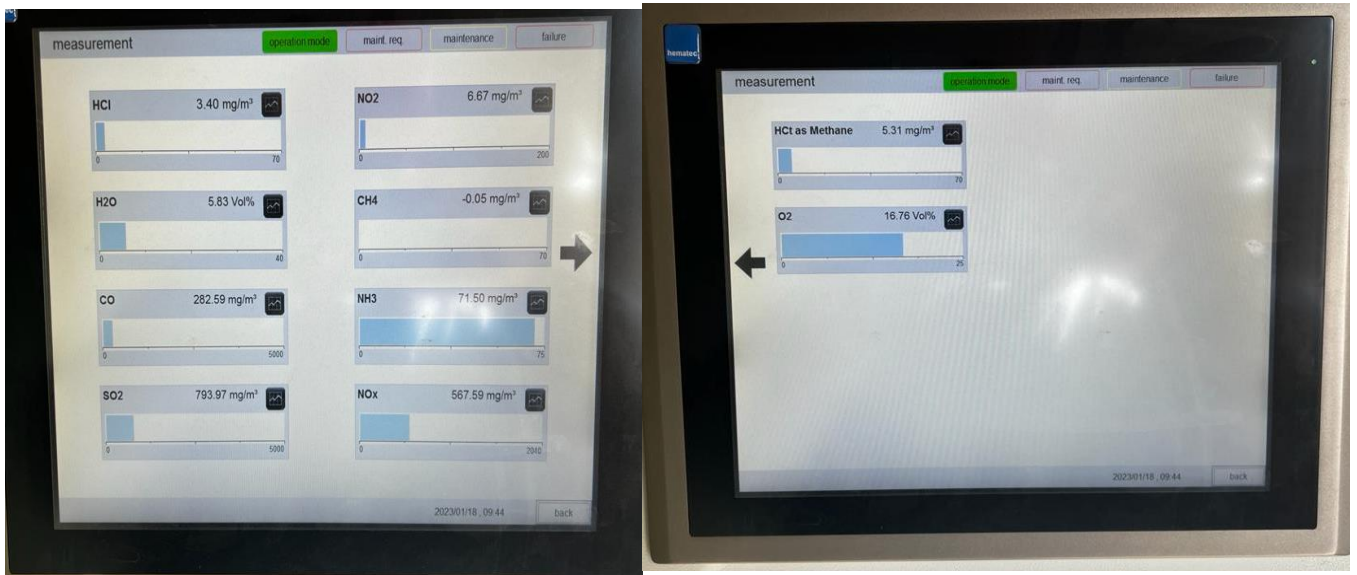


Figura 4.5 Pantalla de análisis de proceso de empresa participante 4
 En la figura 4.5 el investigador demostró lecturas en un instante del analizador de emisiones de la empresa participante numero 4

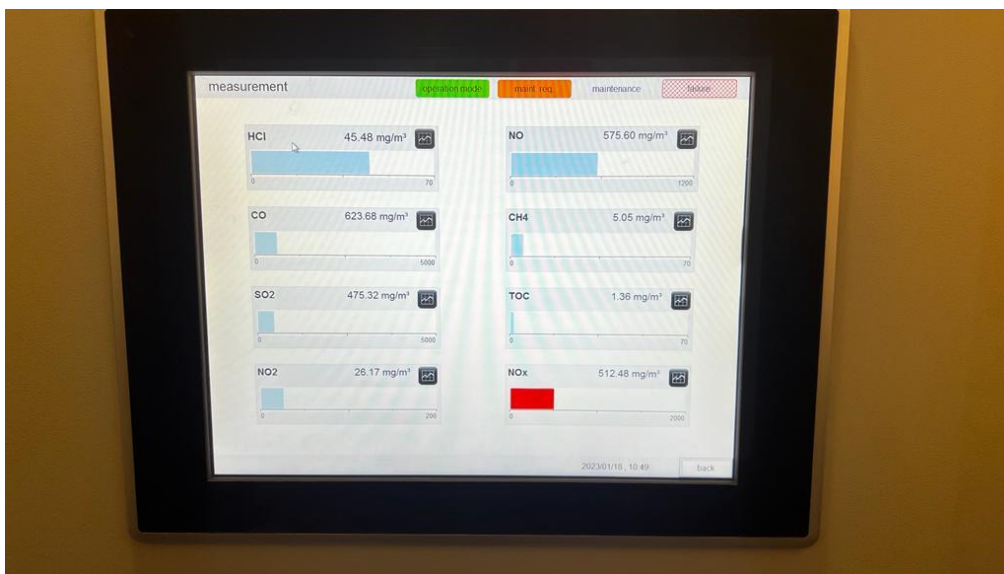


Figura 4.6 Pantalla de análisis de proceso de empresa participante 5
 En la figura 4.6 el investigador demostró lecturas en un instante del analizador de emisiones de la empresa participante numero 5.

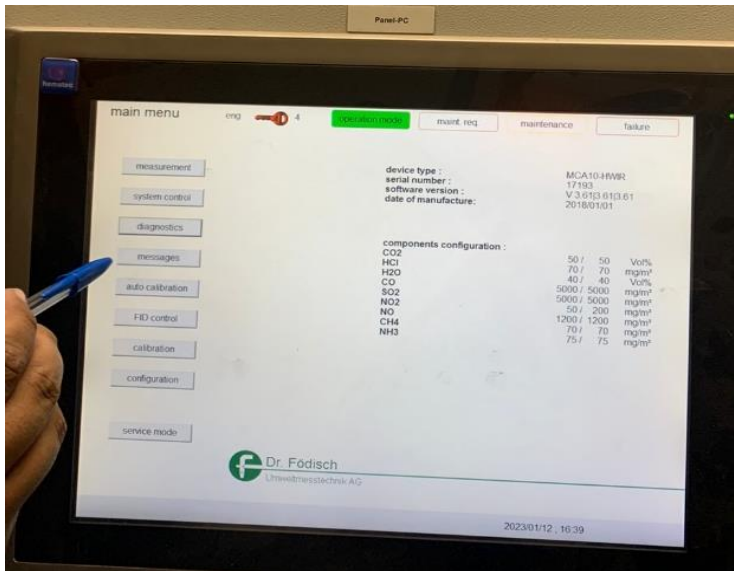


Figura 4.7 Pantalla de rangos máximos permitidos antes de alarma de sistema
 En la figura 4.7 el investigador demostró la asignación de valores limites o rangos de trabajo del analizador con el fin de notificar al cliente cuando dichos valores se encontraron fuera del rango permitido por las normas aplicables.

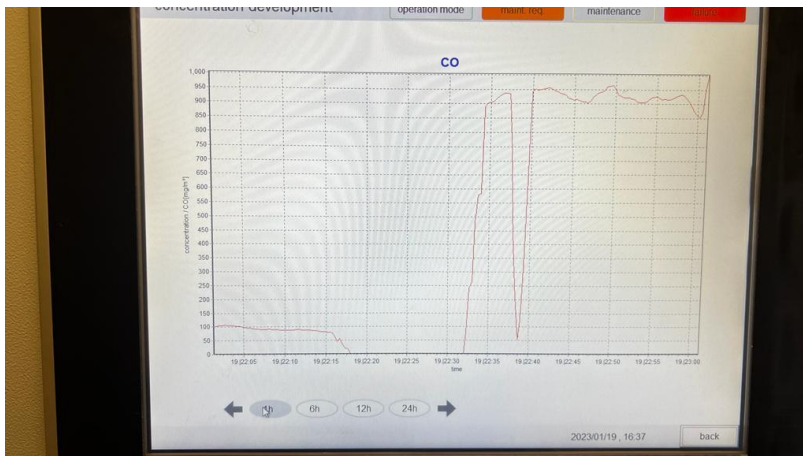
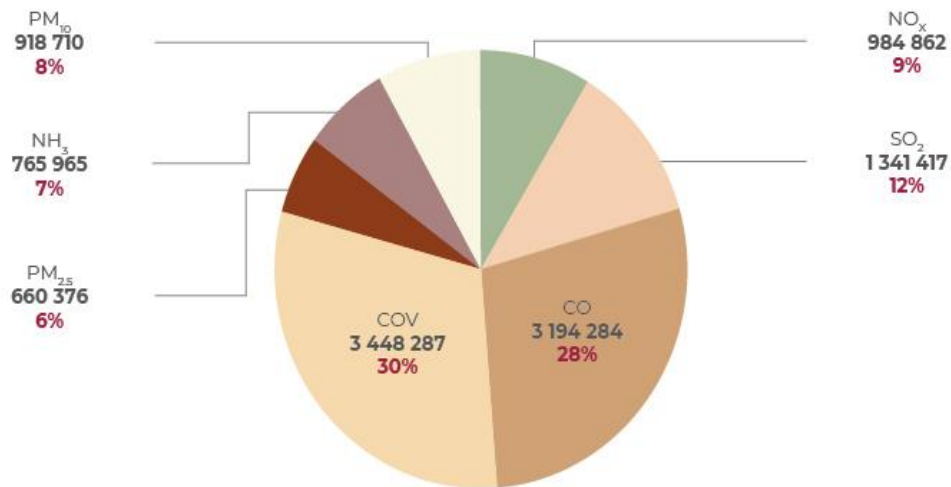


Figura 4.8 Gráfica de resultados de medición con sonda en proceso en empresa participante.

Fuente: Elaboración propia a través de software del equipo.

En la figura 4.8 el investigador demuestra el comportamiento de la lectura en el canal de CO del analizador de emisiones a lo largo del tiempo encontrando puntos en los cuales la medición fluctúa dependiendo del combustible agregado al proceso.



¹ La fuente no ofrece información sobre las emisiones de las fuentes móviles.

CO: monóxido de carbono

COV: compuestos orgánicos volátiles

NH₃: amoníaco

NO_x: óxidos de nitrógeno

PM_{2.5}: partículas iguales o menores a 2.5 micrómetros

PM₁₀: partículas iguales o menores a 10 micrómetros

SO₂: dióxido de azufre

² Los datos se muestran en toneladas.

Gráfica 4.19 Límites máximos recomendados de algunos contaminantes

Fuente: Control de emisiones por Diario oficial de la federación 2019.

El investigador demostró a través de una gráfica, los valores límites asignados por el gobierno de algunos contaminantes de acuerdo con las normas aplicables.

4.3 Identificación de áreas de oportunidad de las empresas en el área de control de emisiones

Como parte de los objetivos de este trabajo, el investigador logró identificar las principales áreas de oportunidad en base a los resultados de los diagnósticos preliminares a la instalación de un sistema de control de emisiones, los dichos puntos se presentan a continuación:

- Incremento en el tema a todos los niveles.
El control de emisiones es un tema que se toma a la ligera el cual debe ser tomado en cuenta desde
- Acceso a la disponibilidad de Equipos.
Las infraestructuras de las empresas actualmente no cuentan con sistemas de análisis de continuos de emisiones, por lo que optan por pagar análisis puntuales previos a la visita con el fin de tener una medición solo puntual lo cual no refleja el estado real del proceso.
- Difusión y actualización documentos normativos.
Se debe realizar difusión de documentos normativos y procedimientos con el fin de tener el conocimiento adecuado a la hora de realizar un análisis o conocer el estado actual del proceso, siendo un resultado sencillo, cumple o en su defecto, no cumple con las normativas
- Concientización de la importancia a la contaminación atmosférica local.
Inclusión del gobierno local para regularizar estándares mínimos para permisos de producción de las empresas.
- Implementación de estrategias para el control de la contaminación atmosférica.
Se recomienda para realizar un plan de control de contaminación atmosférica, tanto de manera industrial como de manera de cotidiana, un factor importante por el cual este tema se vuelve cada vez más delicado.

- Incrementar el número de acciones para el control de las emisiones puntuales. Difundir información y utilizar instrumentos adecuados con respecto a emisiones, es imposible tener un control de emisiones aplicado a su proceso, por lo que el primer paso debe ser tener enfoque de la importancia de un monitoreo y en base al monitoreo realizar ajustes en el proceso, con el fin de optimizar la quema de combustibles y por ende reducir emisiones.

Sin embargo, el objetivo del investigado es generar una propuesta de concientización con el fin de que las áreas de oportunidad anteriormente mencionados sean disminuidas con el fin de erradicarlos por completo con el paso del tiempo.

4.4 Propuesta de concientización sobre el control de emisiones

El investigador realizó la propuesta de concientización de 8 puntos, basado en un artículo publicado por la fundación AQUAE (Brito,2021) los cuales tienen como motivo principal el control de emisiones dentro de la empresa, así como generar en los trabajadores hábitos de mejora.

1. Ser conscientes del impacto de las emisiones.

El calentamiento global causado por el dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por los seres humanos desde la revolución industrial es una realidad constatada.

2. Reducir el uso del coche privado camino al trabajo

Conducir 50 kilómetros menos cada semana, reduce en 450 kilogramos la emisión de CO₂. El uso masivo de combustibles fósiles es el principal responsable de las emisiones de CO₂. Uno de sus mayores causantes es el transporte por carretera. La ecuación es sencilla: a menos uso del coche, menos emisiones. Si no queda otra que utilizarlo, al menos aprovecharlo al máximo, compartiendo su espacio con otros ocupantes, y practicar un estilo de conducción “ecológico” u optar por usar transporte de personal colectivo suministrado por la empresa.

3. Practicar una movilidad sostenible

Frente al empleo del automóvil, la opción pasa por usar el transporte público y exigir que haya más y que sea más ecológico. Siempre que sea posible, es preferible ir a pie o en bicicleta en todos los desplazamientos, tanto de ocio como para ir al trabajo e, incluso, la opción de no desplazarse gracias al teletrabajo.

4. Aumentar nuestra eficiencia energética en oficinas

Ajustar el termostato 2 grados menos en invierno y 2 grados más en verano, reduce la emisión de CO₂ en 900 kilogramos. Siendo eficientes energéticamente, mantenemos

el confort y nuestras necesidades cubiertas, a la vez que reducimos el gasto en energía y, con ello, las emisiones de CO₂.

5. Consumir energía renovable en la empresa

Una de las ventajas ambientales de las energías renovables es que no emiten CO₂. Los consumidores pueden hacer uso de ellas al instalar en su casa un sistema de autoconsumo con paneles solares o al contratar alguna de las cada vez más numerosas empresas comercializadoras de electricidad renovable.

6. Plantar árboles en áreas verdes dentro de la empresa

Los árboles actúan como “sumideros de carbono”, es decir, retienen el CO₂. Por ello, apoyar medidas que eviten la deforestación de los bosques y los incendios forestales o impulsen la plantación de nuevos árboles, en especial de especies autóctonas, contribuye a reducir el exceso de CO₂ en la atmósfera.

7. Apostar por productos de kilómetro cero

Los productos de “kilómetro cero”, también conocidos como de “proximidad” o de “cadena corta”, se elaboran y comercializan de forma local. Por ello, reducen las emisiones de CO₂ y otros impactos ambientales del transporte internacional, a la vez que son más frescos y favorecen la economía y los alimentos cercanos al consumidor.

8. Reclamar más implicación institucional en la lucha contra el cambio climático

Los ciudadanos pueden -y deben- tener una participación en las actividades que influyen en su vida cotidiana, y el cambio climático es una de ellas. Las líneas de acción para exigir actuaciones que contribuyan a ello son muy diversas: reclamar a las instituciones más medidas para reducir las emisiones de CO₂, pedir más infraestructuras para aumentar la sostenibilidad, solicitar más información, etc.

Así como existió disposición para la cooperación, en ejercicio de trabajo en grupo aplicando la Tormenta de Ideas con los participantes en las encuestas se consensuaron como imprescindibles las siguientes acciones:

- a). Realizar una investigación para conocer los instrumentos de medición aptos para el monitoreo de emisiones que existen en el territorio.
- b). Potenciar estrategias de cooperación interempresariales para el monitoreo de emisiones.
- c). Identificar y caracterizar todos los focos emisores de fuentes fijas presentes en el territorio.

4.5 Elaboración un listado de requisitos para cumplir con las normas nacionales para cumplir con auditorías externas.

La auditoría externa es una herramienta fundamental del Sistema Integral de Control y Evaluación, ya que permite conocer la forma en que las dependencias y entidades realizan su gestión. A través de las auditorías que efectúan las diversas instancias de fiscalización, se obtienen los hechos que conllevan a medir el grado de eficiencia, eficacia y economía con que se han administrado los recursos humanos, materiales y presupuestarios, así como el cumplimiento de sus metas, sus objetivos y su marco legal aplicable, emitiendo las recomendaciones correctivas y preventivas pertinentes a cada desviación encontrada, lo que incluye el fincamiento de las responsabilidades que procedan.

La auditoría para que tenga credibilidad, debe realizarse cubriendo una serie de requisitos que enmarcan la actuación del auditor y que se conocen bajo el nombre de Normas de Auditoría.

Las Normas Generales de Auditoría, establecen los requisitos mínimos que deberá observar el auditor en el desahogo de sus programas de auditoría, con el propósito de contribuir al proceso de cambios estructurales que vive y demanda el país vigilando el uso eficiente de los recursos públicos y el cumplimiento oportuno, transparente y veraz del rendimiento de cuentas a la ciudadanía.

PRIMERA. - INDEPENDENCIA

Se debe cumplir con los requerimientos de las normas aplicables sin excepción

SEGUNDA. - CONOCIMIENTO TECNICO Y CAPACIDAD PROFESIONAL

Se debe contar con conocimiento técnico, capacidad profesional y Capacitación Continua de los Conocimientos Técnico para la ejecución de actividades correspondientes al control de emisiones.

TERCERA. - CUIDADO Y DILIGENCIA PROFESIONALES y NORMAS DE EJECUCION DEL TRABAJO

Se debe trabajar con valores tales como la ética, honestidad, criterio, compromiso, entre otras para que los resultados y valores presentados sean legítimos.

CUARTA. - PLANEACION

El titular de la instancia de control deberá elaborar anualmente un programa general de revisiones, con un enfoque moderno, fortaleciendo las acciones preventivas, el seguimiento de programas y la evaluación del desempeño, así como la operación en un ambiente de autocontrol, autocorrección y autoevaluación. El trabajo debe ser adecuadamente planeado, el auditor deberá definir los objetivos de la auditoría, el alcance y metodología dirigida a conseguir esos logros.

QUINTA. - SISTEMAS DE CONTROL INTERNO Y EVIDENCIA

Se debe contar con un sistema de control interno el cual deberá ser presentado al auditor con el fin de demostrar el seguimiento de los casos previos a la visita del auditor.

SEXTA. - PAPELES DE TRABAJO

Se debe demostrar el formato de presentación de resultados en base a gráficas de comportamiento de emisiones y/o formatos de reporte con trazabilidad comparable para el cumplimiento de límites de acuerdo con normas aplicables.

SEPTIMA. - TRATAMIENTO DE IRREGULARIDADES

Es importante vigilar el cumplimiento de las disposiciones jurídico-administrativas, por lo que el auditor debe diseñar la auditoría para proporcionar una seguridad razonable de que se cumplirá con ello, deberá estar alerta a situaciones o transacciones que pudieran indicar actos ilegales o de abuso; al estudiar y evaluar el control interno deberá considerar en todas las actividades importantes lo siguiente: a) Los tipos de errores o irregularidades potenciales que pueden existir. b) Determinar los

mecanismos de control existentes que pueden prevenir o detectar un error o irregularidad. c) Revisar si los mecanismos de control realmente se cumplen. d) Evaluar el efecto por la falta o inobservancia de los mecanismos de control. e) Identificar las leyes y disposiciones administrativas que involucran aspectos específicos de la actividad auditada. Así como tener cuidado al momento de obtener información de factores de procesamiento electrónico de datos, que se relacionan con la incapacidad para obtener información de las bases de datos debido a una documentación insuficiente u obsoleta de programas o del contenido de los registros.

OCTAVA. - INFORME

El informe es el documento que señala los hallazgos del auditor, así como las conclusiones y recomendaciones que han resultado con relación a los objetivos propuestos para el examen de que se trate. Este punto se considera el mas importante debido a que en base al resultado se aplicaran los ajustes necesarios e incluso en caso de obtener resultados negativos, el requerimiento inmediato de correcciones.

NOVENA. - SEGUIMIENTO DE LAS RECOMENDACIONES

Es importante señalar que el propósito fundamental de la auditoría consiste en contribuir a que las acciones correctivas y de mejora se lleven a cabo; por lo tanto, una vez establecidas las recomendaciones y observaciones, se deberá llevar un control de seguimiento de las medidas adoptadas, a fin de que, en las fechas señaladas en el informe de auditoría, se visite al área auditada, y se verifique su cumplimiento en los términos y fechas establecidos. El realizar caso omiso de estas recomendaciones se tendrá la facultad de, emitir oficios de clausura, multas y/o acciones que pudiesen afectar la operación de la empresa.

4.6 Diseño de un sistema de monitoreo de emisiones continuo con bajo índice de mantenimiento

En el Control de las emisiones atmosféricas se busca información para la cuantificación de los contaminantes atmosféricos primarios liberados directamente de los focos fijos o móviles y se calculan los secundarios producidos por reacciones químicas; a este proceso se le conoce como: Inventario de Emisiones Atmosféricas

Como primer paso en la propuesta del diseño de un sistema de emisiones continuas con bajo índice de mantenimiento el investigador realizó un diagnóstico con el personal de las instituciones responsables del tema, se aplicaron diferentes encuestas con 5 criterios para la evaluación, El método para obtener los resultados consiste en tomar la cantidad de aspectos evaluados con un criterio y multiplicarlo por la cantidad de encuestados que emitieron el criterio.

La propuesta de Procedimiento también toma en cuenta documentos normativos nacionales e internacionales. Se utiliza en la estructura un enfoque de proceso aplicando la herramienta de calidad orientada hacia la mejora continua, conocida como Ciclo de Deming que establece las etapas a considerar en la gestión: Planificar, Hacer, Verificar, Actuar.

Los Objetivos del procedimiento son: Asegurar la realización de la estimación de contaminantes atmosféricos en las entidades generadoras y su validación para integrar en un Inventario único las fuentes de emisiones del territorio, su evaluación por el personal especializado, la comunicación del resultado a quien decide y la implementación de acciones que contribuyan a mejorar la calidad del aire en el territorio.

La aplicación del procedimiento propuesto debe tener una frecuencia anual como plazo mínimo para conocer el comportamiento de los contaminantes emitidos por cada entidad en ese periodo y su influencia en la calidad del aire en la ciudad.

Paso 1. Identificación de fuentes fijas. Inventario de Emisiones.

En el Inventario de focos de emisión dentro de la empresa se identifican todas las fuentes fijas enclavadas en el territorio, debe actualizarse cada año al iniciar un nuevo ciclo PHVA.

En la preparación de las entidades para la estimación de emisiones es necesario realizar una capacitación al personal involucrado donde se explique la importancia del proceso y sus actividades.

Paso 2. Medición de Emisiones de Fuentes Fijas. Monitoreo

La estratificación de los focos según su incidencia en las emisiones totales en una zona urbana determinada permite identificar los que mayor incidencia tienen en la contaminación lo que sirve de base para la elaboración del Plan de Monitoreo de Emisiones. Este plan consiste en la realización de mediciones in situ a la mayor cantidad posible de focos, dando prioridad a los de combustión que representen hasta el 80% o más de las emisiones totales.

Paso 3. Cálculos de Emisiones Fuentes Fijas. Software.

Los cálculos para la estimación de las emisiones de los gases de combustión se realizan a partir de la estequiometría de la reacción de combustión según las Ecuaciones (1, 2 y 3) tomadas de, también se tomó en cuenta la NC TS 803:2010 y los siguientes datos:

Tipo de combustible: Fuel Oil, Diesel, GLP.

Composición del combustible.

Análisis de Gases en Base Seca.

Humedad del combustible.

Humedad del aire.

En la integración del Inventario de emisiones a escala local se colocan los resultados de los cálculos de los gases de combustión y de las cantidades de cada contaminante primario obtenidas de las mediciones y los cálculos. El modelo para el registro, así como la cuantificación de las emisiones forman parte de un software diseñado con ese fin que toma como base la norma nacional aplicable.

La fórmula general de aplicación a la hora de calcular las emisiones anuales (kg/año) a partir de medidas es la que se indica a continuación:

Si concentración dada en mg/Nm*:

Emisiones (kg/año) = (Concentración (mg/Nm) x Caudal (Nm/h) x Horas de funcionamiento anuales de la instalación)/10⁶

Las concentraciones representan las medias horarias en base seca y corregidas al 3% de oxígeno.

La cantidad en kg emitida durante un día:

$$E_x = C_D / 10^3 \times V_g \times M_D$$

E_x = cantidad de contaminante emitida durante un día.

C_D = representa la concentración media diaria expresada en mg/Nm³ en base seca y corregido al 3% de oxígeno para el fuel-oil y el gas, y al 6% para el carbon.

Para pasar de ppm de SO₂ a mg/Nm³ multiplicar por el coeficiente 2,858;

para pasar de ppm de NO_x a mg/Nm³ multiplicar por 2,054.

V_g = volumen de gases por unidad de combustible, expresado en base seca y corregido al 3% de oxígeno para el fuel-oil y el gas y al 6% para el carbón.

[Nm³/ kg combustible].

M_D = cantidad de combustible consumido en toneladas a lo largo del día.

El volumen de gases por unidad de combustible se calcula:

$$V_g = V_{es} \times 20.9/20.9 - \%X$$

V_g = volumen de gases a la salida de la chimenea por unidad de combustible [Nm^3/Kg combustible] corregido al $X\%$ de oxígeno en el que está representada la concentración y en base seca.

V_{es} = volumen estequiométrico de los gases secos de combustión por unidad de combustible.

$\%X$ =% de oxígeno expresado en volumen al que se quiere corregir.

20,9= suponiendo una composición del aire 20,9 % O_2 .

El factor V_{es} representa el volumen estequiométrico de gases secos de salida por unidad de combustible. Incluye todos los componentes de combustión salvo el agua.

Paso 4: Reporte de Cuantificación de Emisiones.

Resultados de los cálculos: Volumen de gases secos y húmedos emitidos por fuentes m^3N , Emisión de cada contaminante en ($\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$), comparación con las emisiones máximas admisibles para cada contaminante según (NC 803), Flujo de contaminantes en $\text{Kg}/\text{año}$.

En la integración del Inventario de emisiones a escala local se colocan los resultados de los cálculos de los gases de combustión y de las cantidades de cada contaminante primario obtenidas de las mediciones de ambas fuentes, el modelo para el registro, así como la cuantificación de las emisiones forman parte del software diseñado con ese fin.

Paso 5. suministro e instalación de analizador correspondiente.

Como paso 5 y final, el investigador determinó en solicitar el suministro e instalar el analizador correspondiente a los compuestos y rangos de trabajo requeridos, con el

fin de tener una medición continua del proceso, con capacidad de hacer ajustes necesarios en caso de necesitar realizar un ajuste en el proceso.

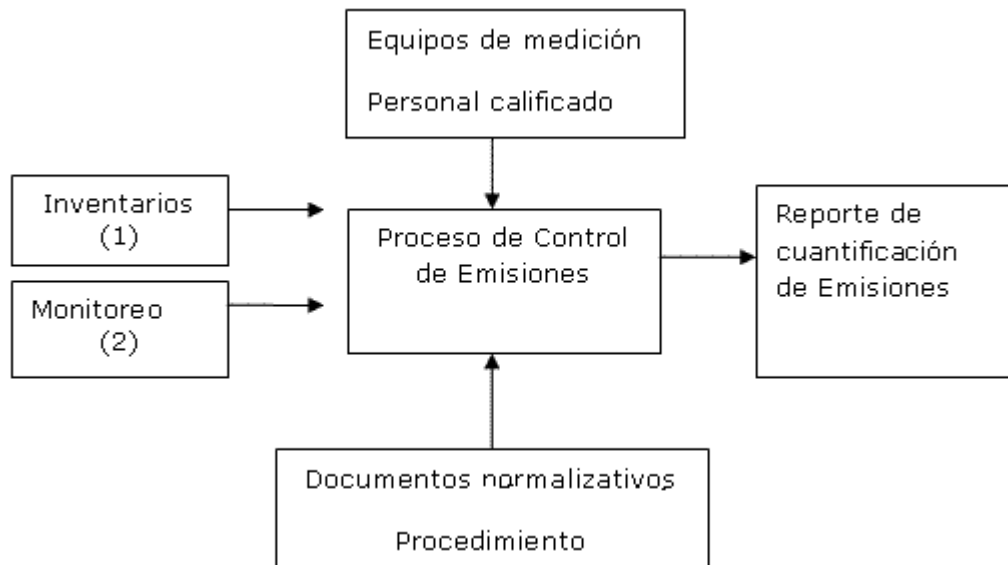


Figura 4.9 Proceso de control de emisiones

En la figura 4.9 el investigador representa de manera gráfica en un diagrama de bloques cual es la estructura básica para el diseño de un sistema de control de emisiones.

Conclusiones:

Para el investigador los resultados de las mediciones en un inicio son el punto de partida para la realización de los cálculos, pero la reiteración del proceso con una frecuencia anual permite comparar las estimaciones en este periodo de tiempo y la validación de estos datos para evaluar el margen de error. Este estudio comparativo de la Línea Base del año anterior permite el seguimiento de las medidas tomadas, el análisis de causas de avances o retrocesos en las emisiones puntuales y a escala local.

Cada entidad emisora debe proponer su plan de acción para la mejora atendiendo a los resultados del inventario de sus emisiones y acorde al nivel de actividad planificado. Los especialistas del tema confeccionaron el Inventario interno de la empresa utilizando la información proporcionada por personal capacitado de sus inventarios y también el Planes de Mejora, el cual es sometido a la consideración de las autoridades del gobierno que fijan las metas a alcanzar a esa escala. Finalmente se implementan las acciones y se verifica su desarrollo a lo largo de los años.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

Este capítulo presenta el análisis de los hallazgos de la investigación y las conclusiones y recomendaciones que emanan de ésta. Se presentan, además, áreas para futuras investigaciones que podrían añadir importantes conocimientos relacionados al impacto que tiene el control de emisiones para la sociedad y para el beneficio propio de la empresa.

Esta investigación se realizó con el propósito de auscultar el impacto del proceso del control de emisiones de las empresas privadas bajo el régimen de normas nacionales y sus implicaciones para el beneficio del medio ambiente.

5.1 Respuesta a las preguntas de investigación

La evidencia que se presenta en el capítulo 4 demuestra que la concentración de respuestas recibidas, generan un enfoque importante al control de emisiones, en el cual es importante generar el seguimiento necesario para implementar la metodología necesaria para lograr sus objetivos en el área de control de emisiones.

5.2 Conclusión del objetivo general de la investigación

El investigador cumplió con el objetivo general, el cual consistía en:

“Propuesta de implementación de un sistema de monitoreo de emisiones para que empresas petroquímicas de la zona cumplan con normas nacionales necesarias para su operación”.

Debido a que se generó conciencia e interés sobre el público encuestado con resultados publicables como referencia que servirán como ejemplo y parteaguas para el comienzo y/o optimización de un sistema de monitoreo de emisiones dentro de las empresas de la zona.

5.3 Conclusión de los objetivos específicos

El investigador cumplió con los objetivos específicos mencionados en el capítulo 1 logrando demostrar los objetivos:

- Se analizó el mercado existente para empresas de control de emisiones.
- Se recopiló información a través de entrevistas y visitas a personal de distintas empresas.
- Se identificó puntos débiles de las empresas en el área de control de emisiones.
- Se elaboró propuesta de concientización sobre el control de emisiones en la industria
- Se elaboró un listado de requisitos para cumplir con las normas nacionales para cumplir con auditorías externas.
- Y se diseñó un sistema de monitoreo de emisiones continuo con bajo índice de mantenimiento.

5.4 Conclusión de la hipótesis

Se cumplió con la hipótesis planteada en el capítulo 1, demostrando resultados en el capítulo 4 con las respuestas concentradas con el instrumento de recopilación de información.

Tomando en cuenta el problema de investigación y los objetivos planteados, se estructuró la siguiente hipótesis de carácter deductivo. “A partir de análisis de encuestas e información recabada a través de muestreo en proceso en chimeneas es posible plantear una propuesta de implementación de un sistema de monitoreo de emisiones para que empresas petroquímicas de la zona puedan cumplir con normas nacionales necesarias para su operación”.

La cual se cumplió.

5.5 Conclusiones generales

Las conclusiones generales obtenidas por el investigador son las siguientes:

El enfoque de la sociedad hacia el control de emisiones es inmediato, están conscientes del problema existente, al contar con los instrumentos o la información necesaria para controlar las emisiones, las empresas tendrían un buen comienzo al considerar optimizar sus analizadores dependiendo la necesidad de sus procesos y las cantidades que se expulsan a la atmósfera.

5.6 Recomendaciones

El investigador constituye un conjunto de sugerencias generales a partir de los hallazgos del estudio de este caso. Con el fin de que las recomendaciones sean un punto de interés del público en general, se sugiere lo siguiente:

Recomendaciones desde el punto de vista metodológico: El investigador recomienda que en estudios posteriores se aborde el tema tratado empleando metodologías diferentes, bien sean más avanzadas o del mismo nivel, pero con otros instrumentos, cumpliendo con los métodos necesarios para la acreditación de las normas nacionales.

Recomendaciones desde el punto de vista académico: El investigador recomienda que al finalizar este estudio de caso se deje una invitación sobre la importancia de seguir investigando sobre el tema trabajado dejando por claro el porqué de esa relevancia.

Recomendaciones prácticas: El investigador recomienda en este caso que el estudio sea aplicado a más organizaciones, a un diferente sector económico, se amplie el alcance a una región mayor para impactar más empresas y se genere una cadena en la cual esta metodología sea útil para todos. Es importante siempre incluir en las

una o varias nuevas propuestas de mejoras de este método enfocadas en ese objeto o sujeto de estudio, bien sean para corregir algunos aspectos, emprender o incluir nuevos elementos de interés para la solución a la problemática abordada.

En líneas generales, las recomendaciones el investigador en este punto son el resultado del análisis de las conclusiones generadas, teniendo en cuenta que las recomendaciones no deben basarse solamente en corregir lo que esa mal, sino también en fomentar lo que está bien.

5.7 Aportaciones de la investigación

Las aportaciones del trabajo realizada son las siguientes:

A la sociedad: Al generar conciencia de la importancia del control de emisiones se logra que el proceso de implementar un método sea más sencillo debido a que se busca erradicar la falta de conocimiento del tema, lo que con lleva mayor interés en el tema.

A la ciencia: Esta investigación aporta a la ciencia una metodología para implementar un producto con un enfoque industrial en el cual se implica el análisis de respuestas, así como de datos en unidades reales de medición para referencias ante futuros estudios del tema del control de emisiones.

A la empresa: Esta investigación aporta a la empresa la metodología de implementación y acercamiento al cliente de un producto enfocado al monitoreo y control de emisiones a la atmósfera.

Al programa de maestría: Esta investigación aporta al programa de maestría un nuevo tema de análisis que podrá servir de referencia para futuras investigaciones sobre el tema de control y monitoreo de emisiones al aire por parte del área petroquímica de la zona.

Al investigador: Este trabajo apporto múltiples conocimientos al investigador lo cual genero incertidumbres, análisis profundos, generación de hipótesis e incluso optimización del presente trabajo debido a que este trabajo fue desarrollado en el área de especialidad laboral del investigador, obteniendo ejemplos de escenarios reales donde la implementación de este método se traduce monitoreo y control de emisiones de manera real, con clientes con necesidades diferentes pero interesados en cumplir con normas estipuladas por la ley.

También apporto una confianza misma al momento de plasmar ideas, comentarios y sugerencias de proyectos referidos al tema investigado.

Anexos

Anexo A Encuesta para empresas

Subraye la respuesta con la se sienta identificado

1. A usted, ¿qué tanto le preocupa la contaminación del aire?
 - a) Nulo
 - b) Poco
 - c) Indiferente
 - d) Mucho
 - e) Demasiado
2. Pensando en su vida cotidiana, ¿qué tanto le afecta la contaminación del aire?
 - a) Nulo
 - b) Poco
 - c) Indiferente
 - d) Mucho
 - e) Demasiado
3. ¿Qué factores piensa usted que han causado el aumento de la temperatura en la última década?
 - a) Quema de basura
 - b) Contaminación industrial
 - c) Contaminación de autos
 - d) Falta de lluvia
 - e) Falta de empleo
4. ¿Qué acciones debemos realizar para minimizar el cambio climático?
 - a) Controlar emisiones a la atmósfera
 - b) Caminar o usar bicicleta
 - c) No permitir operación de industrias
 - d) Evitar quema de basura
 - e) Todo continúe igual

5. Como van las cosas, dentro de 10 años la calidad del aire será:
 - a) Mala
 - b) Regular
 - c) Buena
 - d) indistinto
6. ¿Cuál es el combustible utilizado en su proceso?
 - a) Combustibles gaseosos: hidrocarburos (metano, etano, butano).
 - b) Combustibles líquidos: derivados del petróleo (gasóleo, gasolina, queroseno) y alcoholes (metanol, etanol).
 - c) Combustibles sólidos: carbón (mineral y vegetal), coque y biomasa.
 - d) Uranio 235 y el plutonio 239. Son combustibles de reacción nuclear.
7. ¿Cuentan con monitoreo de emisiones en sus chimeneas?
 - a) Sí
 - b) No
 - c) No lo sé
8. ¿Conoce las normas aplicables al control de emisiones?
 - a) Sí
 - b) No
 - c) No lo sé
9. ¿Recibe visitas por parte de SEMARNAT o un auditor interno/externo?
 - a) Sí
 - b) No
 - c) No lo sé
10. ¿Con qué frecuencia recibe visitas por parte de SEMARNAT o un auditor interno/externo para el área de emisiones?
 - a) Mensual
 - b) Semestral
 - c) Anual
 - d) No lo se
11. ¿Alguna vez han tenido problemas ocasionados por una emisión fuera de control?
 - a) Sí
 - b) No

- c) No lo sé
12. ¿Alguna vez han recibido multas o clausuras temporales por causa de exceso de emisiones a la atmósfera?
- a) Sí
 - b) No
 - c) No lo sé
13. ¿Cuántos turnos de 08:00 hrs opera su proceso?
- a) 1
 - b) 2
 - c) 3
14. ¿Cuántos días al mes en promedio opera su proceso?
- a) 0-15
 - b) 16-25
 - c) 26-30
15. ¿Conoce la importancia del control del oxígeno dentro de una combustión en su proceso?
- a) Sí
 - b) No
16. ¿Cuentan con instrumentos específicos de medición de emisiones?
- a) Sí
 - b) No
17. En caso de que su respuesta anterior sea sí, ¿cuántos compuestos analizan?
- a) 0
 - b) 1
 - c) 2-4
 - d) 5-7
 - e) 7+
18. ¿Les gustaría optimizar la quema de combustibles en su proceso?
- a) Sí
 - b) No
 - c) No lo sé

Anexo B Datos de analizador portátil para pruebas

Analizador de combustión portátil marca Testo modelo 340

Durante la actividad profesional usted necesita una tecnología precisa en la que poder confiar, pero también dispositivos funcionales que resulten comprensibles, aptos para la industria y versátiles. Con el analizador de combustión testo 340 tendrá todo esto en un solo instrumento.

Analizador de combustión testo 340, medición industrial de emisiones y mucho más

¿Qué sensores necesita en su actividad profesional rutinaria y qué mediciones debe efectuar todos los días? Usted mismo decide las prestaciones del analizador de combustión. Por eso, el testo 340 viene equipado por defecto con un sensor de O₂, debiéndose añadir al menos uno más según las necesidades prácticas (CO, CO_{bajo}, NO, NO_{bajo}, NO₂ o SO₂). De esta forma, el analizador de gases de combustión se adapta óptimamente a las mediciones diarias. La forma compacta de construcción combinada con una tecnología eficaz ofrece la máxima movilidad. El analizador de combustión es ideal para la puesta en marcha, el mantenimiento y las mediciones de control en instalaciones de combustión y de generación de energía. En la pestaña «Aplicaciones» obtendrá más información sobre los campos de aplicación y sobre las aplicaciones para las que está especialmente indicado el analizador de combustión testo 340.

Las altas concentraciones de gas no resultan un problema para el analizador de combustión: gracias a la ampliación del rango de medición permite efectuar mediciones ilimitadas incluso con altas concentraciones de gas (por ejemplo, para el análisis industrial de gases de combustión). Para proteger los sensores se activa automáticamente la ampliación del rango de medición (dilución) en caso de altas

concentraciones de gas. Por ello, al sensor del analizador de combustión no se le exige más que con las bajas concentraciones de gas.

Características

- Análisis de los gases de combustión con hasta 4 sensores de gas - libremente configurables con intercambio autónomo de sensores in situ
- Analizador de gases de combustión testo 340 con pila, protocolo de calibración y correas de transporte, equipado con sensor de O₂ medición integrada de velocidad y presión diferencial
- Es posible medir CO, CO_{bajo} NO, NO_{bajo}, NO₂ o SO₂
- Diseño industrial
- Ampliación del rango de medición incluso en caso de concentraciones elevadas de gas
- Gestión de datos de medición en el PO o el ordenador portátil

Control de emisiones en la industria: con el analizador de combustión testo 340 dispondrá de tecnología profesional, manejo sencillo y diseño práctico en un único instrumento. El potente analizador de combustión testo 340 se puede equipar con hasta cuatro sensores de gas.

Datos técnicos generales	
Peso	960 g
Medidas	283 x 103 x 65 mm

Datos técnicos generales	
Temperatura de funcionamiento	-5 hasta +50 °C
Carcasa	TPE PC
Clase de protección	IP40
Sondas conectables	1 x sonda de gases de combustión; 1 x sonda de temperatura; 1 x presión diferencial
Color del producto	Negro
Autonomía	> 6h (Pumpe an, Displaybeleuchtung aus, bei 20°C)
Tipo de pantalla	Pantalla gráfica
Medidas de la pantalla	160 x 240 píxeles
Funciones de pantalla	Pantalla gráfica de
Alimentación de corriente	Bloque de baterías 3.7 V/2.4 Ah, Alimentación: 6.3 V/2 A
Combustibles definibles por el usuario	10 combustibles incl. el gas patrón como combustible
Caudal bomba	0,61/min (controlado)
Longitud de la manguera	máx. 7,8 m (corresponde a dos extensiones de la misma)
Presión máx PdC	50 mbar

Datos técnicos generales	
Depresión máx PdC	-200 mbar
Máximo	100 carpetas
Por carpeta	máx 10 situaciones
Por situación	Máx 200 protocolos
Otros	El nº máx. de protocolos viene determinado por el nº de carpetas o situaciones
Interfaces	Bluetooth®; USB; Interfaz IR/IRDA; salida de gas; conexión a la red; entrada de sonda/entradas de sondas; Presión diferencial
Temperatura de almacenamiento	-20 hasta +50 °C

Fuente: <https://www.testo.com/es-MX/testo-340/p/0632-3340>



Figura B.1 Analizador portátil testo modelo 340



Figura B.2 Analizador portátil testo modelo 340

Anexo C Leyes aplicables al control de emisiones

Cuadro 1. Capítulo IV Instrumentos de la Política Ambiental

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente		
Título Primero Disposiciones Generales		
Capítulo IV Instrumentos de la Política Ambiental		
Sección	Título	Artículos
I	Planeación Ambiental	17-18
II	Ordenamiento Ecológico del Territorio	19-20-Bis-7
III	Instrumentos Económicos	21-22-Bis
IV	Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos	23-27
V	Evaluación del Impacto Ambiental	28-35-Bis-3
VI	Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental	36-37-Bis
VII	Autorregulación y Auditorías Ambientales	38-38-Bis-2
VIII	Investigación y Educación Ecológicas	39-41
IX	Información y Vigilancia	42-43

Fuente: LGEEPA

Cuadro 2. Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	
Reglamento en materia de:	Publicación en el Diario Oficial de la Federación
Áreas Naturales Protegidas	Noviembre 30, 2000
Auditoría Ambiental	Noviembre 29, 2000
Residuos Peligrosos	Noviembre 25, 1988
Evaluación del Impacto Ambiental	Mayo 30, 2000
Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera	Noviembre 25, 1988
Ordenamiento Ecológico	Septiembre 08, 2003
Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes	Junio 03, 2004

Fuente: Cámara de Diputados (2006).

Cuadro 3. Capítulos del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	
Capítulos	Títulos
Capítulo I	Disposiciones Generales
Capítulo II	De la emisión de contaminantes a la atmósfera, generada por fuentes fijas
Capítulo III	De la emisión de contaminantes a la atmósfera generada por fuentes móviles
Capítulo IV	Del Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire
Capítulo V	De las medidas de control y de seguridad y sanciones.

Fuente: LGEEPA

Cuadro 4. Niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera originadas por fuentes fijas

Normas Oficiales Mexicanas	Descripción
NOM-039-SEMARNAT-1993	Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de bióxido y trióxido de azufre y neblinas de ácido sulfúrico, en plantas productoras de ácido sulfúrico.
NOM-040-SEMARNAT-2002	Protección ambiental- fabricación de cemento hidráulico- niveles de emisión a la atmósfera.
NOM-043-SEMARNAT-1993	Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
NOM-046-SEMARNAT-1993	Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de bióxido de azufre, neblinas de trióxido de azufre y ácido sulfúrico, provenientes de procesos de producción de ácido dodecibencensulfónico en fuentes fijas.
NOM-075-SEMARNAT-1995	Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles provenientes del proceso de los separadores agua-aceite de las refinerías de petróleo.
NOM-085-SEMARNAT-1994	Fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxido de nitrógeno. Requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.
NOM-092-SEMARNAT-1995	Requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo ubicadas en el Valle de México.
NOM-093-SEMARNAT-1995	Métodos de prueba para determinar la eficiencia de laboratorio de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo.
NOM-097-SEMARNAT-1995	Límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de material particulado y óxidos de nitrógeno en los procesos de fabricación de vidrio en el país.
NOM-105-SEMARNAT-1996	Niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de partículas sólidas totales y compuestos de azufre reducido total provenientes de los procesos de recuperación de químicos de las plantas de fabricación de celulosa.
NOM-121-SEMARNAT-1997	Límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en planta de automóviles, unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga y camiones ligeros, así como el método para calcular sus emisiones.
NOM-123-SEMARNAT-1998	Contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos.
NOM-137-SEMARNAT-2003	Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Fuente: SEMARNAT (2006f).

Ozono	0.11 ppm (1 hora) (216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 vez cada 3 años	-
Monóxido de carbono	11 ppm (8 horas) (12595 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 vez al año	-
Bióxido de azufre	0.13 ppm (24 horas) (341 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 vez al año	0.03 ppm(media aritmética anual)
Bióxido de nitrógeno	0.21 ppm (1 hora) (395 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 vez al año	-
Partículas suspendidas totales	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 Horas)	1 vez al año	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media aritmética anual)
Partículas menores a 10 micrones	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 Horas)	1 vez al año	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media aritmética anual)
Plomo	-	-	1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio aritmético en 3 meses)

Fuente: INE (2000a)

Cuadro 7. Concentración máxima de contaminantes como medida de protección a la salud de la población

Normas Oficiales Mexicanas	Descripción
NOM-020-SSA1-1993	Salud ambiental. Criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de ozono (O3) de la calidad del aire ambiente. Criterio para evaluar la calidad del aire
NOM-021-SSA1-1993	Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población
NOM-022-SSA1-1993	Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de azufre (SO2). Valor normado para la concentración de bióxido de azufre (SO2) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población
NOM-023-SSA1-1993	Salud Ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO2). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO2) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población
NOM-025-SSA1-1993	Salud ambiental. Criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado. Valor límite permisible para la concentración de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM10 y partículas menores de 2.5 micrómetros PM2.5 de la calidad del aire ambiente. Modificado y con vigencia a partir del 23 de diciembre de 1994 para quedar como: Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas menores de 10 micras (PM 10). Valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras (PM10) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población
NOM-026-SSA1-1993	Salud Ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al plomo (Pb). Valor normado para la concentración de plomo (Pb) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población

Fuente: SSA (2006).

Cuadro 8. Instrumentos Económicos contenidos en el artículo 22 de la LGEEPA

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Título I Disposiciones Generales

Capítulo IV Instrumentos de la Política Ambiental

Sección III Instrumentos Económicos

Artículo 22.- Se consideran instrumentos económicos los mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generen sus actividades económicas, incentivándolas a realizar acciones que favorezcan el ambiente.

Se consideran instrumentos económicos de carácter fiscal, los estímulos fiscales que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental. En ningún caso, estos instrumentos se establecerán con fines exclusivamente recaudatorios.

Son instrumentos financieros los créditos, las fianzas, los seguros de responsabilidad civil, los fondos y los fideicomisos, cuando sus objetivos estén dirigidos a la preservación, protección, restauración o aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el ambiente, así como al financiamiento de programas, proyectos, estudios e investigación científica y tecnológica para la preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente.

Son instrumentos de mercado las concesiones, autorizaciones, licencias y permisos que corresponden a volúmenes preestablecidos de emisiones de contaminantes en el aire, agua o suelo, o bien, que establecen los límites de aprovechamiento de recursos naturales, o de construcción en áreas naturales protegidas o en zonas cuya preservación y protección se considere relevante desde el punto de vista ambiental.

Las prerrogativas derivadas de los instrumentos económicos de mercado serán transferibles, no gravables y quedarán sujetos al interés público y al aprovechamiento sustentable de los recursos.

Fuente: LGEEPA.

Cuadro 9. Artículo 111, fracción XI y Artículo 116

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Título tercero *Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales*

Capítulo II *Prevención y control de la Contaminación de la Atmósfera*

Artículo 111.- Para controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera, la Secretaría tendrá las siguientes facultades:

Fracción XI.- Promover en coordinación con las autoridades competentes, de conformidad con las disposiciones que resulten aplicables, sistemas de derechos transferibles de emisión de contaminantes a la atmósfera

Artículo 116.- Para el otorgamiento de estímulos fiscales, las autoridades competentes considerarán a quienes:

- I.- Adquieran, instalen u operen equipo para el control de emisiones contaminantes a la atmósfera;
 - II.- Fabriquen, instalen o proporcionen mantenimiento a equipo de filtrado, combustión, control, y en general, de tratamiento de emisiones que contaminen la atmósfera;
 - III.- Realicen investigaciones de tecnología cuya aplicación disminuya la generación de emisiones contaminantes; y
 - IV.- Ubiquen o relocalicen sus instalaciones para evitar emisiones contaminantes en zonas urbanas.
-

Fuente: LGEEPA.

Bibliografía

Arevalo Moscoso, R. O. (2019). La Industria y sus efectos en el cambio climático Global. RECIAMUC, 2(2),595-611.<https://doi.org/10.26820/reciamuc/2.2.2018.595-611>

Barrientos Cruz, A. R., Méndez Salazar, M. A., y Welsh Rodríguez, C. M. (2019). Análisis inter-temporal de la contaminación por gases de efecto invernadero: Avances teóricos y perspectivas para México. Digital Ciencia @UAQRO, 12(1), 60–68.

Berenguer , J. M., & Corraliza, J. A. (2000). Preocupación ambiental y comportamientos ecológicos. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, 325

Bowerman, B. L., O'Connell, R.T. (2005). "Forecasting, Time Series, and Regression". Thomson Brooks/Cole.

Box, G.E.P. y Jenkins, G.M. (1976). "Time series analysis, forecasting and control", HoldenDay, San Francisco.

CARB 2005, California Air Resources Board. Air Monitoring Quality Assurance, Volume I, Quality Assurance Plan. Monitoring and Laboratory Division.

CFR,2004, Code of Federal Regulations. Code of Federal Registers Title 40. Protection of Environment, Part 58 - Ambient Air Quality Surveillance.

De La Dehesa, G. (2000). Comprender la Globalización. Revista del Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales. Madrid, España, 165

Decanini, Alfredo E. 1997. Manual ISO-9000, Ediciones Castillo.

Departamento del Distrito Federal, Gobierno del Estado de México, SEMARNAP, Secretaría de Salud. Programa para mejorar la calidad del aire en el Valle de México 1995–2000, 1996.

Diario Oficial de la Federación, viernes 23 de diciembre de 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993, Salud ambiental.

Diario Oficial de la Federación, viernes 23 de diciembre de 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, Salud ambiental.

DOF, 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-034-SEMARNAT-1993. Métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación del 18 de octubre de 1993. SEMARNAT, México.

DOF, 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-035-SEMARNAT-1993. Métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación del 18 de octubre de 1993. SEMARNAT, México.

DOF, 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-036-SEMARNAT-1993. Métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación del 18 de octubre de 1993. SEMARNAT, México.

DOF, 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-037-SEMARNAT-1993. Métodos de medición para determinar la concentración de dióxido de nitrógeno en el aire ambiente

y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación del 18 de octubre de 1993. SEMARNAT, México.

DOF, 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-038-SEMARNAT-1993. Métodos de medición para determinar la concentración de dióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación del 18 de octubre de 1993. SEMARNAT, México.

DOF, 1994a. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 1994. Secretaría de Salud, México.

DOF, 1994b. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al dióxido azufre (SO₂). Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 1994. Secretaría de Salud, México.

DOF, 1994c. Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al dióxido de nitrógeno (NO₂). Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 1994. Secretaría de Salud, México.

DOF, 2002. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-020- SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al ozono (O₃). Diario Oficial de la Federación del 30 de octubre de 2002. Secretaría de Salud, México.

DOF, 2005. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-025- SSA1-1993. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a material particulado (partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM₁₀ y partículas menores de 2.5 micrómetros PM_{2.5}).

Diario 41 Oficial de la Federación del 26 de septiembre del 2005. Secretaría de Salud, México. Edición, 1997.

EPA, 1998. Environmental Protection Agency. Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems. Vol.II: Part 1, Ambient Air Quality 42 Monitoring Program Quality System Development, EPA-454/R-98-004, Office of Air Quality Planning and Standards, Washington.

Forster, B. A. (1973). Optimal Capital Accumulation in a Polluted Environment. *Southern Economic Journal*, 39(4), 544–547.

Georgescu-Roegen, N. (1986). The Entropy Law and the Economic Process in Retrospect. *Eastern Economic Journal*, 12(1), 3–25.

Gilfillan, D., Marland, G., Boden, T., y Andres, R. (2019). Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center at Appalachian State University, Boone North Carolina: CDIAC. Available at: <https://energy.appstate.edu/research/work-areas/cdiacappstate>.

Gobierno del Estado de Nuevo León, SEMARNAP, Secretaría de Salud. Programa de Administración de la calidad del aire del área Metropolitana de Monterrey 1997–2000, 1997.

Haby, Jeff (2022). «The Inversion». *National Weather Service*. National Oceanic and Atmospheric Administration.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.

Hobsbawm, E. (2003). En torno a los orígenes de la revolución industrial. Madrid, España: Siglo XXI de España Editores, S.A.

INECC (2019). Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGyCEI). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México : Datos y Recursos. Available at: <http://www.inecc.gob.mx>.

INECC-SEMARNAT (2015). Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México: INECC/Semarnat.

INEGI (2019). Banco de Información Económica. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México : BIE. Available at: <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>.

INE-SEMARNAT, 2003. Programa Nacional de Monitoreo Atmosférico. CENICA, México.

ISO 9001:2000, Sistemas de Gestión de Calidad – Requisitos, ISO, 2000.

ISO/IEC 17025:1999, NMX-EC-17025-IMNC-2000, Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y de Calibración, 2000.

Jaime Alvarez Jimenez. Los “chuecos” y el impacto ambiental. Incluido en ‘ El Diario de Chihuahua, 22 de septiembre 1997. Seccion A. Pagina 3.

Jiménez, B. E. La contaminación ambiental en México (2005): “Causas, efectos y tecnología aplicada”. Limusa.

John H. Seinfeld. Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution. John Wiley & Sons, New York, 1986.

Lacasaña-Navarro, M. (1999, 1 mayo). SciELO - Saúde Pública - Evolución de la contaminación del aire e impacto de los programas de control en tres megaciudades de América Latina. Recuperado 16 de octubre de 2022, de <https://www.scielosp.org/article/spm/1999.v41n3/203-215/es/>

Luisa T. Molina, Mario J. Molina, Air Quality in the México Megacity, Kluwer Academia Publishers, 2001.

Mackenzie L. Davis and David A. Cornwell. Introduction to Environmental Engineering. McGraw-Hill, Inc., Singapore, 1991.

Massachusetts Institute of Technology (MIT). 2000. Integrated Program on Urban, Regional and Global Air Pollution, Mexico City Case Study.

Molina L., Molina M. 2001. Air quality in the Mexico Megacity MIT, USA. Kluwer Academic Publishers.

National Air Pollution Surveillance Network (NAPS), Report No. AAQD 2004-1, Quality Assurance and Quality Control Guidelines, Environmental Technology Centre Analysis and Air Quality Division, Environment Canada, Canada, 2004.

Nelida Romo Tijerina. Estimación de las emisiones a la atmósfera por quema de combustibles en el Area Metropolitana de Monterrey. Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, N.L., Abril 1995.

NOAA (2020). Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. National Oceanic and Atmospheric Administration, USA : Global Greenhouse Gas Reference Network. Available at: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/gl.trend.html>.

Noel de Nevers. Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. McGraw-Hill Interamericana, México, 1era edición, 1997.

Nordhaus, W. D., y Yang, Z. (1996). A Regional Dynamic General Equilibrium Model of Alternative Climatic Change Strategies. *The American Economic Review*, 86(4), 741–765.

Octaviano, C., Paltsev, S., y Gurgel, A. C. (2016). Climate change policy in Brazil and Mexico. *Energy economics*, 56, 600–614.

Ontario Ministry of the Environment (OMOE). 2001. Air Quality in Ontario, 1998.

ONU (1998). Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. New York: Naciones unidas.

Paltsev, S., Reilly, J. M., Jacoby, H. D., Eckaus, R. S., McFarland, J. R., Sarofim, M. C., Asadoorian, M. O., y Babiker Mustafa, H. M. (2005). The MIT Emissions Prediction and Policy Analysis (EPPA) Model: Version 4. Rep. tec., Massachusetts Institute of Technology.

Park, H., y Philippopoulos, A. (2016). Environmental Ramsey Policy and Sustainable Balanced Growth. *Review of Development Economics*, 20(2), 488–501.

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (2006). Manual de aplicación. Sellos de reconocimiento del buen desempeño ambiental. PROFEPA. Disponible en: <http://www.profepa.gob.mx>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2002). Perspectivas del Medio Ambiente Mundial 2002 GEO-3. PNUMA, Ediciones Mundi-Prensa.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2006). Secretaría de Ozono. Disponible en: <http://www.unep.org/OZONE/spanish/>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2006a). Convención de las Naciones Unidas por el cambio climático. Disponible en: http://unfccc.int/portal_espanol/essential_background/convention/items/3323.php

Radian International, Sacramento, CA. Basic Emission Estimating Techniques, May 1996. Volume III of the Mexico Emissions Inventory Program Manuals

RAE, 2009. Real Academia Española. Diccionario de la lengua española - vigésima segunda edición. <http://www.rae.es/>

Rivera-Austrui, J. (2010, 1 enero). El control de emisiones de contaminantes persistentes en la utilización de combustibles alternativos en la industria del cemento. CORE. Recuperado 16 de octubre de 2022, de https://core.ac.uk/display/36051547?utm_source=pdf

Rivera-Austrui, J. (2010, 1 enero). El control de emisiones de contaminantes persistentes en la utilización de combustibles alternativos en la industria del cemento. CORE. Recuperado 16 de octubre de 2022, de https://core.ac.uk/display/36051547?utm_source=pdf

San Juan, C. (1993). Historia de la ciencia y de la tecnología. Madrid, España: Ediciones Akal, S.A.

Schwab, K. (2016). La cuarta revolución industrial. España: Penguin Random House Grupo Editorial España.

Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire, SINAICA, 2009. <http://sinaica.ine.gob.mx/>,

Smith, V. L. (1972). Dynamics of Waste Accumulation: Disposal versus Recycling. *The Quarterly Journal of Economics*, 86(4), 600–616.

Smulders, S., y Gradus, R. (1996). Pollution Abatement and longterm Growth. *European Journal of Political Economy*, 12(3), 505–532.

Sonnemann, S. R., y Grygalashvyly, M. (2013). Effective CO2 lifetime and future CO2 levels based on fit function. *Annales Geophysicae*, 31(9), 1591–1596.

Tejerina Fernández. (2015). UF1909: toma de muestras de contaminantes atmosféricos (Ed., 5.1). Editorial ELearning

Tietenberg, T. (1996). Environmental and natural resource economics. Cuarta edición. New York: Harper and Collins College Publishers.

Turk, W. (2004). Ecología, Contaminación, Medio Ambiente. Mc Graw Hill.

Turner, K., Pearce, D. y Bateman, I. (1993). Environmental Economics: An elementary introduction. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Wagner, C., Wark, K. (1994). "Contaminación del aire. Origen y control". Limusa Noriega Editores

WHO, 2000. Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Publications, Geneva