



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

### NATURALES

#### CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

#### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Título:**

---

**“MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN Y ACUMULACIÓN DE LOS CONTAMINANTES EMANADOS POR FUENTES FIJAS MEDIANTE DATOS DE INVESTIGACIONES REALIZADAS CON EL TESTO 350 EN EL PERIODO 2020 – 2021”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniero en Medio Ambiente

**Autor:**

Cevallos Taxi Juan Pablo

**Tutor:**

Daza Guerra Oscar Rene Mg.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Marzo 2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Cevallos Taxi Juan Pablo, con cédula de ciudadanía No. 1751772201, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Modelación de la dispersión y acumulación de los contaminantes emanados por fuentes fijas mediante datos de investigaciones realizadas con el testo 350 en el periodo 2020- 2021”, siendo el Ingeniero Mg. Daza Guerra Oscar Rene, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 08 de marzo del 2021

Juan Pablo Cevallos Taxi

Estudiante

CC: 1751772201

Ing. Mg. Oscar Rene Daza Guerra

Docente Tutor

CC: 0400689790

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CEVALLOS TAXI JUAN PABLO**, identificado con cédula de ciudadanía **1751772201** de estado civil casado, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga, en calidad de Rector Encargado y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Modelación de la dispersión y acumulación de los contaminantes emanados por fuentes fijas mediante datos de investigaciones realizadas con el testo 350 en el periodo 2020- 2021”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico.- Inicio de la carrera: Abril 2016 - Agosto 2016 – Finalización: Octubre 2020 - Marzo 2021

Aprobación en Consejo Directivo.- 26 de enero del 2021

Tutor: Ing. Mg. Oscar Rene Daza Guerra

Tema: ““Modelación de la dispersión y acumulación de los contaminantes emanados por fuentes fijas mediante datos de investigaciones realizadas con el testo 350 en el periodo 2020-2021””.

**CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.-** Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.-** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.-** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.-** Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.-** El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.-** En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.-** Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 08 días del mes de marzo del 2021.

Juan Pablo Cevallos Taxi  
**EL CEDENTE**

Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN Y ACUMULACIÓN DE LOS CONTAMINANTES EMANADOS POR FUENTES FIJAS MEDIANTE DATOS DE INVESTIGACIONES REALIZADAS CON EL TESTO 350 EN EL PERIODO 2020-2021”**, de Cevallos Taxi Juan Pablo, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 08 de marzo del 2021

Ing. Mg. Oscar Rene Daza Guerra

Docente Tutor

CC: 0400689790

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Juan Pablo Cevallos Taxi, con el título del Proyecto de Investigación: **“MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN Y ACUMULACIÓN DE LOS CONTAMINANTES EMANADOS POR FUENTES FIJAS MEDIANTE DATOS DE INVESTIGACIONES REALIZADAS CON EL TESTO 350 EN EL PERIODO 2020- 2021”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 08 de marzo del 2021

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mg. José Andrade Valencia  
CC:0502524481

Lector 2

Ing. MSc. Patricio Clavijo Cevallos  
CC: 0501444582

Lector 3

Ing. MSc. Joseline Ruiz Depablos  
CC: 1758739062

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por ser mi guía espiritual y darme la sabiduría para seguir mi camino por el lado correcto, a mis padres por ser los pilares fundamentales en mi vida con sus consejos y amor.

A mi esposa e hija por estar siempre a mi lado en los buenos y malos momentos brindarme su apoyo incondicional, a mis hermanas quienes me han ayudado a pesar de las difíciles circunstancias.

A mi tutor Oscar Daza por estar pendiente en este duro proceso de investigación.

También aquellas personas que me extendieron la mano a lo largo de mi vida universitaria.

Juan Pablo Cevallos Taxi

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a mis Padres Gabriel y Yolanda quienes me han sacado adelante a pesar de las duras circunstancias. A mi amada esposa Karina y a mi hija Paulina, quienes me dan las fuerzas para no rendirme impulsándome a ser mejor cada día.

Juan Pablo Cevallos Taxi



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO: “MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN Y ACUMULACIÓN DE LOS CONTAMINANTES EMANADOS POR FUENTES FIJAS MEDIANTE DATOS DE INVESTIGACIONES REALIZADAS CON EL TESTO 350 EN EL PERIODO 2020-2021”**

**Autor: Cevallos Taxi Juan Pablo**

### RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo la modelación de la dispersión y concentración de la calidad de aire en base a investigaciones realizadas con el testo 350. Dentro de este trabajo se habla de los contaminantes que son producto de las emisiones por fuentes fijas que pueden causar daños hacia el ambiente. En adición, estos datos se obtuvieron de diversas fuentes como; hornos de alfarería, empresas de lácteos, hosterías, empresa productora de Whisky y una empresa de embutidos. La metodología aplicada es de carácter descriptivo bajo el enfoque mixto; además, tiene modalidad bibliográfica-documental. La toma de datos se realizó mediante una matriz excel, la cual sirvió para la aplicación de fórmulas y transformación de las mismas, además, se aplicó el software “Screen View” que permitió el procesamiento de datos, la identificación del esparcimiento y su rango de incidencia de contaminación. Por consiguiente, las interpretaciones de estos datos permiten concluir que la dispersión a nivel de suelo está entre 13 y 649 metros desde la fuente de emisión; sin embargo, las concentraciones varían según el contaminante: la máxima concentración de CO es 80800 ug/m<sup>3</sup> para el horno 5 de Alfarería, teniendo un nivel de emergencia según la normativa ambiental. En cuanto a la contaminación por NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>) la máxima fue de 361.9 ug/m<sup>3</sup> para la empresa “Alcopesa” que según la normativa ambiental no presentan niveles de contaminación de calidad de aire; no obstante, la concentración máxima hipotética de SO<sub>2</sub> es de 35400 ug/m<sup>3</sup> para el horno 2 de Alfarería, la cual define un nivel de emergencia en calidad de aire.

**Palabras claves:** calidad de aire, concentración, dispersión, fuentes fijas, modelación, testo 350.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

**THEME: MODELING THE DISPERSION AND ACCUMULATION OF POLLUTANTS EMANATED BY FIXED SOURCES THROUGH DATA FROM INVESTIGATIONS CARRIED OUT WITH THE TESTO 350 DURING THE PERIOD 2020-2021**

**Author: Cevallos Taxi Juan Pablo**

### ABSTRACT

The following research project had the main objective of modeling the dispersion and concentration of air quality based on investigations carried out with testo 350. Within this work, it is discussed the pollutants that are product of emissions from fixed sources that can cause damage to the environment. In addition, these data were obtained from various sources such as pottery kilns, dairy companies, hostels, a whiskey producing company and a sausage company. The research' methodology has a descriptive in nature under the mixed approach; in addition, it has a documentary bibliographic modality. The data collection was carried out using an excel matrix, which served to apply formulas and transform them; besides, the software "Screen View" allowed data processing, identification of the spread and its range of incidence of contamination. Consequently, the interpretations of these data allow to conclude that the dispersion at ground level is between 13 and 649 meters from the emission source; however, the concentrations vary according to the pollutant: the maximum CO concentration is 80,800 ug / m<sup>3</sup> for Pottery kiln 5, having an emergency level according to environmental regulations. Regarding the contamination by NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>), the maximum was 361.9 ug / m<sup>3</sup> for the company "Alcopesa" that according to the environmental regulations do not present levels of air quality contamination; nevertheless, the hypothetical maximum concentration of SO<sub>2</sub> is 35400 ug / m<sup>3</sup> for Pottery kiln 2, which defines an emergency level in air quality.

**Keywords:** air quality, concentration, dispersion, stationary sources, modeling, contamination.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
1 INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
5 OBJETIVOS .....	4
5.1 Objetivo General .....	4
5.2 Objetivos Específicos .....	4
6 ACTIVIDADES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	4
7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA .....	6
7.1 Contaminación .....	6
7.1.1 Contaminación Ambiental .....	7
7.1.2 Contaminación Atmosférica .....	7
7.1.3 Contaminación del Aire .....	7

7.1.4	Contaminación por Fuentes Fijas .....	9
7.1.4.1	Fuentes Puntuales o Fijas. ....	9
7.2	Emisión .....	11
7.3	Dispersión .....	11
7.4	Modelos de Dispersión .....	12
7.4.1	Modelo de Dispersión Gaussiano .....	12
7.5	Simulación de Contaminantes Atmosféricos .....	13
7.5.1	Software Screen View.....	13
7.6	Testo 350.....	13
7.6.1	Contaminantes.....	14
7.7	Marco legal .....	15
7.7.1	Constitución de la República .....	15
7.7.2	Código Orgánico del Ambiente .....	17
7.7.3	Reglamento al Código Orgánico del Ambiente .....	20
7.7.4	Acuerdo Ministerial 061 .....	20
8	PREGUNTA CIENTÍFICA .....	22
9	METODOLOGÍA .....	23
9.1	Métodos.....	23
9.1.1	Método Cualitativo .....	23
9.1.2	Método Cuantitativo .....	23
9.2	Técnicas de Investigación .....	23

9.2.1	Investigación Documental.....	23
9.3	Ubicación del Área de Estudio.....	23
9.4	Recopilación de Datos .....	24
9.5	Selección de Contaminantes a Modelar .....	25
9.6	Procesamiento de Datos .....	25
9.6.1	Corrección de Datos.....	25
9.7	Modelación “Screen View” .....	28
9.8	Modelación.....	28
9.9	Altura de Fuentes .....	29
9.10	Velocidad y Estabilidad del Viento .....	30
9.11	Comparación con la Normativa .....	30
9.11.1	Comparación de Calidad .....	30
10	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	32
11	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	36
12	IMPACTOS .....	38
12.1	Ambiental.....	38
12.2	Social.....	38
13	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO .....	39
14	CONCLUSIONES .....	40
15	RECOMENDACIONES.....	41
16	BIBLIOGRAFÍA .....	42

17 ANEXOS .....	49
-----------------	----

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 .....	3
Tabla 2 .....	4
Tabla 3 .....	31
Tabla 4 .....	39

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1 .....	24
Ilustración 2 .....	29
Ilustración 3 .....	32
Ilustración 4 .....	33
Ilustración 5 .....	34
Ilustración 6 .....	35
Ilustración 7 .....	58
Ilustración 8 .....	59
Ilustración 9 .....	60
Ilustración 10 .....	61
Ilustración 11 .....	62
Ilustración 12 .....	63
Ilustración 13 .....	64
Ilustración 14 .....	65
Ilustración 15 .....	66

Ilustración 16 .....	67
Ilustración 17 .....	68

## **INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1 Aval del Centro de Idiomas .....	49
Anexo 2 Tablas comparativas de la modelación con la normativa TULSMA .....	50
Anexo 3 Matriz Excel fuentes que cumplen y no cumple con los datos bases .....	53
Anexo 4 Matriz de datos .....	55
Anexo 5 Gráficas de resultados de la modelación del software Screen View .....	58

## 1 INFORMACIÓN GENERAL

### **Título**

**“Modelación de la dispersión y acumulación de los contaminantes emanados por fuentes fijas mediante datos de investigaciones realizadas con el testo 350 en el periodo 2020-2021”**

### **Lugar de ejecución:**

Provincia de Cotopaxi

### **Institución**

Universidad Técnica de Cotopaxi

### **Unidad Académica**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN).

### **Carrera**

Ingeniería en Medio Ambiente

### **Nombre de equipo de investigación:**

**Autor:** Juan Pablo Cevallos Taxi

**Tutor de Titulación:** Mg. Oscar Rene Daza Guerra.

**Lector 1:** Mg. José Andrade

**Lector 2:** MSc. Patricio Clavijo

**Lector 3:** MSc. Joseline Ruiz

### **Área de conocimiento:**

Ambiente / Protección ambiental

### **Línea de investigación:**

Energías alternativas y renovables, eficiencia energía energética y protección ambiental

### **Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Manejo y conservación del recurso aire



**Línea de vinculación:** Sostenibilidad ambiental

## **2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El presente estudio se realiza con la finalidad de determinar la dispersión y concentración de contaminantes producto de la inmisión de las partículas emanadas por fuentes fijas de estudios realizados por la carrera de ingeniería en medio ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi; además, de realizar la comparación de los resultados obtenidos con la normativa ambiental vigente “TULSMA”.

La presente investigación tiene como fin aportar en el ámbito educativo, puesto que los estudiantes pueden hacer uso de esta investigación como guía para determinar la dispersión y acumulación de la contaminación a través del software “Screen View” de manera fácil. En lo social ayuda a conocer cuáles son las fuentes con mayor grado de contaminación, además de identificar si son afectados por esta. En el ámbito ambiental beneficia el seguimiento y control de calidad del aire por parte las autoridades ambientales, a fin de fortalecer la aplicación de leyes en favor del ambiente.

Entre los principales beneficiarios del proyecto se encuentra la Universidad Técnica de Cotopaxi, su carrera de ingeniería ambiental con su proyecto de calidad de aire asociado a su vez con su línea de vinculación con la sociedad en la provincia. Adicionalmente, los beneficiarios directos son los moradores y habitantes que se encuentra cercanos a las fuentes de emisión, debido a que este proyecto investigativo identifica las distancias y concentraciones de partículas producto de la inmisión de las mismas.

Cabe destacar que la utilidad de aplicar este proyecto es la utilización del software “Screen View” aceptado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), dando resultados verídicos y aceptados para las autoridades ambientales ecuatorianas.

### 3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1**

*Beneficiarios del proyecto*

<b>Beneficiarios Directos</b>		<b>Beneficiarios Indirectos</b>	
<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>		<b>Provincial de Cotopaxi</b>	
<b>Hombres</b>	250	Hombres	198.625
<b>Mujeres</b>	200	Mujeres	210.580
<b>Total</b>	450	Total	409.205

*Nota:* La Tabla 1 detalla el número de personas que se ven beneficiadas por el proyecto (INEC, 2010)

### 4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La contaminación del recurso aire es actualmente uno de los principales problemas ambientales más críticos a nivel mundial. Cada año, millones de personas se ven afectadas por diversas enfermedades respiratorias producto de la contaminación del aire. El desarrollo industrial como artesanal en el Ecuador han incrementado esta emergencia en el país, a pesar de que existen normas para el control de la contaminación en el aire, esto no se ve reflejado en estudios realizados por el Ministerio del Ambiente y Agua y su Plan Nacional de Calidad del Aire, debido que existen ciudadanos que no conocen si se encuentran afectados por las emisiones de estas fuentes, sin embargo, investigaciones con el test 350 sirve como base fundamental para identificar las tasas de emisión de una fuente, la cual junto a la modelación de la dispersión y concentración de contaminantes emanados por fuentes fijas brindará el conocimiento necesario para visualizar si la ciudadanía como el ambiente se encuentra expuestos a la contaminación producto de la emanación por fuentes fijas.

## 5 OBJETIVOS

### 5.1 Objetivo General

- Determinar la dispersión y concentración de contaminantes producto de las emisiones por fuentes fijas, mediante investigaciones realizadas con el testo 350 y la aplicación del software “Screen View”, para comparar con la normativa ambiental vigente.

### 5.2 Objetivos Específicos

- Recopilar datos sobre las emisiones por fuentes fijas realizadas con el testo 350.
- Modelar los datos obtenidos con el software Screen View para determinar la dispersión y concentración de los contaminantes.
- Comparar los resultados obtenidos con la normativa ambiental vigente.

## 6 ACTIVIDADES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2

*Actividades según los objetivos planteados*

Objetivo 1	Actividad (Tareas)	Resultados de la actividad	Medios de verificación
<b>Recopilar datos sobre emisiones fuentes realizadas con el testo 350.</b>	Recolección de datos. Georreferencia de área de estudio	Datos necesarios para el estudio Ubicación del área de estudio.	Matriz en Excel Mapa en ArcMap
Objetivo 2	Actividad (Tareas)	Resultados de la actividad	Medios de verificación
<b>Modelar los datos obtenidos con el</b>	Conversión de datos en datos	Aceptación de los datos por el	Ilustración de la corrida del software

---

software Screen aceptados por el software  
 View para software Gráficas de  
 determinar la Procesamiento de Modelamiento de resultados  
 dispersión y los datos obtenidos los datos  
 acumulación de en el software  
 los contaminantes.

---

Objetivo 3	Actividad (Tareas)	Resultados de la actividad	Medios de verificación
<b>Comparar los resultados obtenidos con la normativa ambiental vigente.</b>	Conversión de Unidades admitidas unidades a unidades para estipuladas por la normativa ambiental Análisis de los resultados con la normativa ambiental	Unidades admitidas para la comparación de resultados Cumplimiento o incumplimiento de la normativa ambiental	Matriz en Excel Gráfica de Excel

*Nota:* La Tabla 2 detalla las actividades que se ejecutaron según los objetivos específicos planteados en la investigación.

**Elaborado por:** Juan Cevallos

## 7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

### 7.1 Contaminación

La contaminación se la define como la modificación o alteración indeseable del medio ambiente, causada por la inserción de diversos agentes contaminantes a la naturaleza como químicos, físicos y biológicos que resulta nociva para el ambiente alterando el equilibrio ecológico además de los daños a la salud humana y animal. (Romero et al. 2006)

La contaminación representa conflictos ambientales severamente dañinos, para todos los ecosistemas. Los mayores conflictos se presentan en las zonas urbanas debido al excesivo incremento poblacional, el desarrollo del parque automotriz y al desarrollo industrial. Por lo cual, es fundamental incorporar políticas y acciones que ayuden a gestionar y controlar la calidad del aire. (Romero et al. 2006)

Se conoce que la polución del aire presenta impactos negativos sobre la salud del ser humano y al medio ambiente; por lo cual, autoridades como el ministerio del ambiente son entes rectores en planificar diversos programas para contrarrestar la contaminación atmosféricas producto de las diversas actividades de producción industrial; donde, su principal objetivo es alcanzar una calidad adecuada de aire, cooperando a la mejora de la vida de la población ecuatoriana. Otro instrumento estratégico del programa de gestión de calidad del aire es el inventario de emisiones que permite identificar de forma precisa los sectores de mayor contaminación y posteriormente verificar las fuentes con mayor grado de contaminación la cuales se aplicaran las medidas de seguimiento y control pertinentes. (Ministerio del Ambiente y Agua, s.f)

### **7.1.1 Contaminación Ambiental**

Chiluiza describe a la contaminación ambiental como “cualquier modificación indeseable del ambiente, causada por la introducción de agentes físicos, químicos o biológicos en cantidades superiores que se normalmente se encuentran naturalmente” (2019).

La presencia de elementos extraños a los naturales se le define como contaminación ambiental como son las sustancias, elementos, la energía o combinación de ellos.

### **7.1.2 Contaminación Atmosférica**

Según Oyarzun “La contaminación atmosférica se la interpreta como la presencia de elementos nocivos en la atmósfera, donde se ve interferida su composición como todo componente del ecosistema” (2010).

La contaminación atmosférica es la presencia de sustancias nocivas en el aire; además, de diversas formas de energía que modifican la calidad del mismo, de modo que implique un peligro, daño o molestia grave para el ser humano como alteración de la misma naturaleza. (Carnicer, s.f)

### **7.1.3 Contaminación del Aire**

Los impactos a la salud producto de la contaminación del aire van desde muerte prematura, sobrepeso e infarto cerebral, enfermedades cardíacas, varios tipos de cáncer, siendo el cáncer del pulmón el de mayores muertes registradas actualmente como las enfermedades respiratorias crónicas y agudas en estas se presentan el asma, enfermedad pulmonar obstructiva, obesidad y sobrepeso. (Greenpeace, 2019)

Una evaluación realizada por el centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer de la OMS determinó que la contaminación por partículas que se encuentran en el aire producto de las emanaciones por diversas fuentes se

relaciona estrechamente con el cáncer de pulmón en el ser humano. (Organización Mundial de la Salud, 2018)

Según mediciones y estudios realizados por el Ministerio del Ambiente del Ecuador, la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (PAHO), ciudades del Ecuador sobrepasan los límites máximos de contaminación atmosférica permitidos por la OMS y la normativa de calidad del aire ecuatoriana. Por otro lado, todos los estudios concluyen que las mayores fuentes de contaminación son los carros, buses y cualquier vehículo que utilice gasolina o diésel. Sin embargo, existe otras formas de causar contaminación atmosférica como vías que se encuentran sin asfaltar, construcciones sin finalizar y las emisiones producto de las fuentes fijas que combustiónan materiales tóxicos para el ambiente. (Organización Mundial de la Salud, 2018)

Dentro de un análisis general de la calidad del aire en Ecuador, durante el año 2019, en base a la Norma Ecuatoriana de Calidad de Aire, se muestra que el 12% de los días del año, el aire mantuvo condiciones deseables, el 78% se mantuvo en estado aceptable, y solo un 10% de los días la calidad del aire se reportó como en estado de precaución. Se sabe que los contaminantes, en gran concentración, afectan a la salud de las personas, sobre todo partículas suspendidas en el aire, que, por su micro tamaño, alcanzan fácilmente afecciones pulmonares, generando complicación en las vías respiratorias, problemas cardiovasculares, desequilibrio en las hormonas e incluso problemas de cáncer, principalmente en ancianos, niños y personal vulnerables de salud. Por lo cual, es necesario tomar acciones que disminuyan las emisiones del transporte vehicular, que es la principal causa de contaminación

ambiental, a través de la mejora de tecnología en combustibles que permitirán adquirir mayor eficiencia vehicular y cumplir con diversos acuerdos internacionales adoptados por la ciudad de Quito, para la disminución y mejorar de la calidad del aire. (Redacción1, 2020)

#### **7.1.4 Contaminación por Fuentes Fijas**

“Las fuentes fijas corresponden a aquellas construcciones situadas en un lugar físico particular, e inamovible, donde las emisiones generadas son producto de la quema de combustibles, actividades industriales y de las residenciales” (Ministerio del Ambiente de Chile, 2016).

El desarrollo industrial es un punto importante para el desarrollo de la civilización regional de los países, esto se debe al aumento de este tipo de tecnología y producción a gran escala que ha ido deteriorando la calidad de aire de las diferentes zonas que se encuentran de manera directa en el desarrollo industrial, por lo cual estas emanaciones hacia la atmosfera han generado contaminantes que contribuyen al calentamiento global, afectaciones a la calidad de aire, para la salud de los seres vivos, entre otros. Los contaminantes atmosféricos primarios provienen de muy diversas fuentes, por lo que su naturaleza física y su composición química es muy variada, se los engloba en diferentes grupos dependiendo de su estado físico o químicos. (Querol, 2018)

##### **7.1.4.1 Fuentes Puntuales o Fijas.**

La fuentes puntuales o fuentes estacionarias son aquellas que producen grandes cantidades de emisiones al aire, agua, suelo además de diversas contaminaciones como la acústica, térmica, lumínica entre otros. Estas fuentes



por lo general son fábricas, refinerías, plantas químicas y centrales eléctricas, por lo cual el producto de su contaminación abarca áreas como urbanas y rurales. (Carnicer, s.f)

#### **7.1.4.2 Fuentes Móviles.**

Entre las principales fuentes de contaminación atmosférica se denota que el sector del transporte móvil y su utilización de combustibles como el diésel, gasolina. Estas fuentes son responsables del 60% de la contaminación del aire, esto es producto entre la combustión del oxígeno y la gasolina, esto es debido a su combustión que no siempre es correcta, además, de la falta de mantenimiento del vehículo, lo cual se relaciona directamente con una deficiente combustión. (República de Colombia, s.f)

#### **7.1.4.3 Fuentes de Área.**

“Las fuentes de área se las define como aquellas fuentes múltiples (fuentes varias) en un determinado sector como en una zona urbana o rural que generan sustancias contaminantes hacia la atmosfera en forma global”. (Gobierno de Colombia, 2017)

#### **7.1.4.4 Fuentes Naturales.**

La fuente natural es toda fuente que libera emisiones hacia la atmosfera de forma natural como resultado de los procesos naturales sin intervención del hombre, entre las fuentes naturales se encuentran el agua, relámpagos, erupción volcánica, microorganismos presentes en el suelo, seres vivos, entre más. (Gobierno de Colombia, 2017)

## 7.2 Emisión

Las emisiones se las define como todo gas que tiene una salida hacia la atmósfera. Es decir, suelen tener un punto concreto por donde salen a la atmósfera, como puede ser una chimenea, una torre de humos, un tubo de escape, entre otros. Al estar las fuentes localizadas, en un punto exacto estas emisiones son fácilmente medibles y controlables. (Depaz, 2017)

## 7.3 Dispersión

La dispersión de contaminación atmosférica se debe a la dirección y fuerza del viento que se mantiene de manera constante, donde las principales zonas expuestas a la inmisión tendrán variaciones de afectación dependiendo de la dirección del viento; debido a, que el viento mantiene variaciones a diferentes direcciones. Por lo cual la dispersión será en mayor tamaño un rango de concentraciones del contaminante relativamente menores. (Gallo y Carlos, 2019)

Según (Díaz y Naranjo) “el viento se considera como el movimiento de las masas de aire de la atmósfera debido a la constante variación de la temperatura, presión atmosférica y otros factores como la rotación y curvatura de nuestro planeta” (2018).

“El aire es la mezcla de gases que existe en una capa relativamente delgada que componen la atmósfera terrestre y que gracias a la fuerza de gravedad se encuentran sujetos al planeta tierra”. Chiluiza (2019).

## 7.4 Modelos de Dispersión

“Los modelos de calidad de aire son utilizados para simular los procesos físicos y químicos de la atmósfera” (Manzur et al., 2012).

Los modelos de gestión integral de la calidad del aire, son empleados para estimar la dispersión de contaminantes emánanos al aire desde una fuente fija; además, de calcular su distribución espacial en un espacio determinado esta modelización de dispersión brinda las pautas para pronosticar y analizar la calidad del aire, contribuyendo a la toma de nuevas legislaciones políticas. (Vidal y Pérez, 2017)

### 7.4.1 Modelo de Dispersión Gaussiano

El modelo de dispersión gaussiano es un modelo matemático el cual considera el penacho de contaminación emitido por una fuente fija (chimenea) la sigue una dispersión gaussiana perpendicular al movimiento. La ecuación de expansión gaussiana relaciona los diferentes niveles de inmisión de contaminantes vertidos a la atmósfera desde el foco emisor, teniendo en cuenta las condiciones de combustión de los gases y las características climáticas (meteorología) y topográficas (relieve) del medio receptor. (Manzur et al., 2012)

Como parte de una gestión integral de la calidad del aire, se encuentra el uso de los modelos gaussianos, como modelos de predicción empleados para estimar la distribución de los contaminantes en el aire y calcular su dispersión espacial en una determinada, la modelización matemática de contaminantes brinda las herramientas necesarias para predecir y analizar la calidad del aire. (Bustillos, 2011)

## **7.5 Simulación de Contaminantes Atmosféricos**

La simulación de concentración de contaminantes permite estimar la calidad de aire ambiental de zonas industriales cercanas a áreas rurales o urbanas, cuyos habitantes están expuestos directamente a concentraciones elevadas que constituyen un riesgo para la salud de dicha ciudad además de verificar el rango de contaminación producido por la contaminación producto de la combustión de las diferentes fuentes de emisión. (Depaz, 2017)

### **7.5.1 Software Screen View**

Screen View es un software aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), para proporcionar un pronóstico en cuanto a la dispersión y concentración de contaminantes del recurso aire el cual realiza la modelación a través del método matemático gaussiano. Esta estimación está basada en los documentos “Screening Procedures for Estimating The Air Quality Impact of Stationary Sources”. (Bustillos, 2011)

El Screen View usa técnicas matemáticas y numéricas gaussianas para simular la dispersión de los contaminantes atmosféricos, desde fuentes de contaminación puntuales, de área, llamaradas y de volumen. Basándose en datos meteorológicos y en datos arrojados por la fuente fija; donde la intervención de la dirección y altura de la chimenea depende mucho para estimar la concentración de contaminación del aire. (Ordoñez et al., 2018)

## **7.6 Testo 350**

“El testo 350 o analizador de combustión es un instrumento de medición de emisiones producto de la combustión industrial, con aplicación práctica para determinar las emisiones de quemadores, turbinas de gas, procesos térmicos, entre otros” (Testo, 2020).

“Entre los principales contaminantes que analiza el teto 350 se encuentran lo que son los contaminantes primarios como el CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>” (Remachi, 2017).

### **7.6.1 Contaminantes**

#### **7.6.1.1 Monóxido de Carbono.**

“El monóxido de carbono (CO) es producto de una combustión incompleta, este gas no presenta un color, olor, ni sabor por lo cual es catalogado como el asesino silencioso. Entre los productores de CO se encuentra la combustión de autos, industrias, incendios forestales, entre otros” (Bolaños y Chacón, 2017).

#### **7.6.1.2 Dióxido de Carbono.**

“El dióxido de carbono CO<sub>2</sub> proviene de los subproductos de la combustión o de procesos químicos. Además, se afirma que el CO<sub>2</sub> también es producto de la fermentación del ciclo atmosférico natural, como también de los depósitos naturales” (Linde , s.f).

#### **7.6.1.3 Monóxido de Nitrógeno.**

Monóxido de nitrógeno (NO), en un gas el cual no presenta un color, además de ser sumamente tóxico para la salud. Este gas interviene en diversos procesos fotoquímicos de la troposfera a través de los cuales se produce un equilibrio de interconversión entre NO y NO<sub>2</sub> formando los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). (Erazo Nogales, 2017)

#### **7.6.1.4 Dióxido de Azufre.**

El Dióxido de azufre es un gas incoloro, irritante, con un olor penetrante que se comienza a percibir con 0,3 a 1,4 ppm y es perfectamente distinguible a partir de 3 ppm. No es un gas inflamable, ni explosivo y con

mucha estabilidad, es muy soluble en agua y en contacto con ella se convierte en ácido sulfúrico. (Instituto para la Salud Geoambiental, s.f)

#### ***7.6.1.5 Dióxido de Nitrógeno.***

“El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es un sólido incoloro, líquido amarillento o gas rojizo. Se descompone en agua formando ácidos nítrico y nitroso” (Ministerio de Trabajo, Migración y Seguridad Social, 2018).

### **7.7 Marco legal**

#### ***7.7.1 Constitución de la República***

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. (Constitución de la república del Ecuador, 2008)

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional. (Constitución de la república del Ecuador, 2008)

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

(Constitución de la república del Ecuador, 2008)

Art. 83.- Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley:

6. Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible

(Constitución de la república del Ecuador, 2008)

Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos:

4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural (Constitución de la república del Ecuador, 2008)

Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

### **7.7.2 Código Orgánico del Ambiente**

Art. 152.- Del arbolado urbano para el desarrollo urbano sostenible. Con el fin de promover el desarrollo urbano sostenible, se reconoce como de interés público el establecimiento, conservación, manejo e incremento de árboles en las zonas urbanas, priorizando los árboles nativos en las zonas territoriales respectivas (Código orgánico del ambiente, 2018).

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos o Municipales incluirán estas actividades en su planificación territorial como estrategias esenciales para disminuir la contaminación del aire y acústica, mejorar el microclima, fortalecer el paisaje y equilibrio ecológico, apoyar al control de las inundaciones, mitigar los efectos del cambio climático y adaptarse al mismo, favorecer la estética de las ciudades, promover oportunidades educativas ambientales, mejorar la calidad de vida, salud física y mental de los habitantes, entre otros.

El Estado central otorgará incentivos a aquellos Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos o Municipales que contribuyan eficazmente al establecimiento, conservación e incremento del arbolado urbano.

8. Controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire y ruido;

Art. 87.- Seguimiento y evaluación. La Autoridad Ambiental Nacional establecerá mecanismos de evaluación y seguimiento de la generación de los servicios ambientales y de las acciones que se realicen por parte de los particulares. La evaluación de los servicios ambientales se realizará de una manera integral, internalizando las contribuciones de la biodiversidad y de los ecosistemas, como base para de una toma de decisiones de política pública



basada en la evidencia. Para ello, se utilizarán herramientas de valoración ambiental y otras estrategias de análisis económico de los impactos positivos o negativos sobre la biodiversidad, la calidad ambiental y los recursos naturales. (Código orgánico del ambiente, 2018)

Art. 159.- Carácter sistémico de las normas ambientales. Las normas ambientales serán sistémicas y deberán tomar en consideración las características de cada actividad y los impactos que ellas generan. El diseño, la elaboración y la aplicación de las normas ambientales deberán garantizar la calidad de los componentes físicos del ambiente, con el propósito de asegurar el buen vivir y los derechos de la naturaleza. (Código orgánico del ambiente, 2018)

Art. 161.- Criterios y normas técnicas. La Autoridad Ambiental Nacional, deberá dictar y actualizar periódicamente los criterios y normas técnicas que garanticen la calidad ambiental y de los componentes bióticos y abióticos, así como los límites permisibles; para ello coordinará con las autoridades nacionales competentes. (Código orgánico del ambiente, 2018)

Art. 191.- Del monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo. La Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente, en coordinación con las demás autoridades competentes, según corresponda, realizarán el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, agua y suelo, de conformidad con las normas reglamentarias y técnicas que se expidan para el efecto.

Las instituciones competentes en la materia promoverán y fomentarán la generación de la información, así como la investigación sobre la contaminación atmosférica, a los cuerpos hídricos y al suelo, con el fin de

determinar sus causas, efectos y alternativas para su reducción. (Código orgánico del ambiente, 2018)

Art. 193.- Evaluaciones adicionales de la calidad del aire. La Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente, según corresponda, dispondrán evaluaciones adicionales a las establecidas en la norma a los operadores o propietarios de fuentes que emitan o sean susceptibles de emitir olores ofensivos o contaminantes atmosféricos peligrosos. La norma técnica establecerá los métodos, procedimientos o técnicas para la reducción o eliminación en la fuente de emisiones de olores y de contaminantes atmosféricos peligrosos. (Código orgánico del ambiente, 2018)

Art. 198.- Monitoreo y seguimiento de la calidad de sedimentos. La Autoridad Ambiental Nacional o los Gobiernos Autónomos Descentralizados Competentes, según corresponda, realizarán el seguimiento y monitoreo de la calidad ambiental por medio del análisis de sedimentos, de conformidad con las normas técnicas expedidas para el efecto. (Código orgánico del ambiente, 2018)

Art. 209.- Muestreo. La Autoridad Ambiental Nacional expedirá las normas técnicas y procedimientos que regularán el muestreo y los métodos de análisis para la caracterización de las emisiones, descargas y vertidos. Los análisis se realizarán en laboratorios públicos, privados o de universidades e institutos de educación superior, acreditados ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano. En el caso de que en el país no existan laboratorios acreditados, se podrá solicitar la designación en el marco de la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, y en última instancia, se podrá realizar con los que estén

debidamente acreditados a nivel internacional. (Código orgánico del ambiente, 2018)

### ***7.7.3 Reglamento al Código Orgánico del Ambiente***

Art. 806.- Mejora de indicadores ambientales. - Los Gobiernos Autónomos Descentralizados podrán acceder a financiamiento del Fondo Nacional para la Gestión Ambiental, por la mejora de los indicadores ambientales en sus respectivas jurisdicciones, en el marco del Plan Nacional de Inversiones Ambientales, conforme los siguientes criterios generales: d) Mejoría de la calidad del aire, agua y suelo (Reglamento al código orgánico del ambiente, 2019)

### ***7.7.4 Acuerdo Ministerial 061***

Art. 28 De la evaluación de impactos ambientales. - La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento que permite predecir, identificar, describir, y evaluar los potenciales impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar al ambiente; y con este análisis determinar las medidas más efectivas para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos, enmarcado en lo establecido en la normativa ambiental aplicable.

Para la evaluación de impactos ambientales se observa las variables ambientales relevantes de los medios o matrices, entre estos:

- a) Físico (agua, aire, suelo y clima);
- b) Biótico (flora, fauna y su hábitat);
- c) Socio-cultural (arqueología, organización socioeconómica, entre otros);

Se garantiza el acceso de la información ambiental a la sociedad civil y funcionarios públicos de los proyectos, obras o actividades que se encuentran en proceso o cuentan con licenciamiento ambiental (Acuerdo Ministerial No. 061 , 2015).

Art. 201 Normas técnicas Especiales. - De considerarlo necesario, la Autoridad Ambiental Nacional expedirá normas técnicas ambientales de calidad para el agua, el aire y el suelo, en áreas naturales, protegidas o no, que por su fragilidad y exposición a contaminantes de cualquier tipo requieran protección especial. (Acuerdo Ministerial No. 061 , 2015)

Art. 208 Componentes abióticos.- Entiéndase a los componentes sin vida que conforman un espacio físico que pueden ser alterados de su estado natural por actividades antrópicas, siendo entre otros: el agua, el suelo, los sedimentos, el aire, los factores climáticos, así como los fenómenos físicos. (Acuerdo Ministerial No. 061 , 2015)

Del aire y de las emisiones a la atmósfera

Art. 219 De la calidad del aire. - Corresponde a características del aire ambiente como el tipo de sustancias que lo componen, la concentración de las mismas y el período en el que se presentan en un lugar y tiempo determinado; estas características deben garantizar el equilibrio ecológico, la salud y el bienestar de la población. (Acuerdo Ministerial No. 061 , 2015)

Art. 220 Calidad del aire ambiente. -

La Autoridad Ambiental Nacional expedirá la norma técnica de control de calidad del aire ambiente o nivel de inmisión, mediante la figura legal correspondiente que será de cumplimiento obligatorio. De ser necesario la Autoridad Ambiental Nacional podrá disponer la evaluación y control de la

calidad del aire ambiente mediante indicadores biológicos para lo cual, establecerá las normas técnicas y lineamientos respectivos. (Acuerdo Ministerial No. 061 , 2015)

Art. 221 Emisiones a la atmósfera desde fuentes fijas de combustión. - Las actividades que generen emisiones a la atmósfera desde fuentes fijas de combustión se someterán a la normativa técnica y administrativa establecida en el Anexo III y en los Reglamentos específicos vigentes, lo cual será de cumplimiento obligatorio a nivel nacional. (Acuerdo Ministerial No. 061 , 2015)

## **8 PREGUNTA CIENTÍFICA**

¿Es posible determinar con el software “Screen View” la dispersión y concentración de la contaminación producto de la inmisión de contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes fijas?

Si, si es posible determinar la dispersión y concentración de las partículas producto de la inmisión con el software “Screen View”; debido, a que es un programa aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), el cual determina las concentraciones y dispersiones de los contaminantes emanados por fuentes fijas, mediante la aplicación del modelo matemático gaussiano.

## 9 METODOLOGÍA

Diseño no experimental

### 9.1 Métodos

#### 9.1.1 Método Cualitativo

En esta investigación se aplicó el método cualitativo debido a que se realizó una investigación bibliográfica-documental en cuanto a datos sobre calidad de aire analizadas con el testo 350.

#### 9.1.2 Método Cuantitativo

El método cuantitativo se aplicó para la recolección de datos que fueron ingresados en una matriz Excel (Anexo 4), posteriormente se realizó una conversión de datos para el procesamiento y comparación de los resultados obtenidos de la modelación con el software y la normativa ambiental.

### 9.2 Técnicas de Investigación

#### 9.2.1 Investigación Documental

Para la presente investigación se analizó 22 fuentes fijas sobre calidad de aire con el testo 350 de la biblioteca de la universidad Técnica de Cotopaxi (Anexo 3), de las cuales solo 11 cumplen con los datos bases requeridos para la conversión y desarrollo de la modelación en el software “Screen View” (Anexo 4).

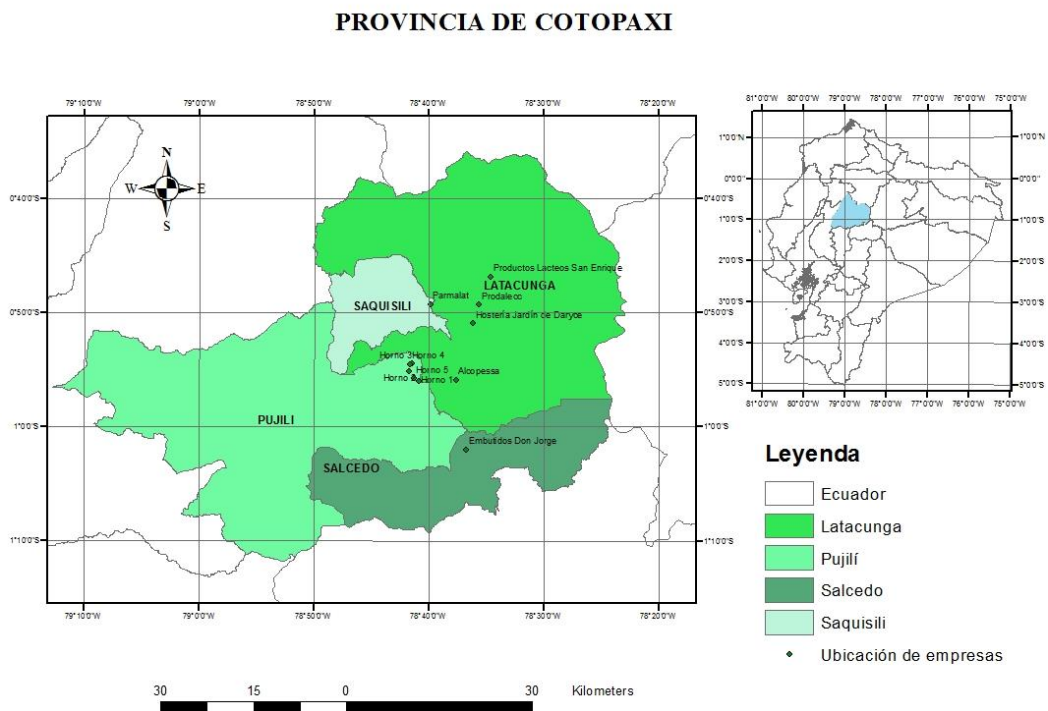
### 9.3 Ubicación del Área de Estudio

Las diversas fuentes fijas consideradas para el presente estudio se encuentran ubicadas en la provincia de Cotopaxi, que está localizada al centro-norte del Callejón Interandino de la República del Ecuador a  $0^{\circ}56'00''S$   $78^{\circ}37'00''O$  con una superficie de 6085 km<sup>2</sup>. Adicionalmente, la provincia cuenta con siete cantones; Latacunga, La Mana, Pangua, Salcedo, Saquisilí, Sigchos y Pujilí. Dentro de estos cantones, las fuentes fijas se encuentran en los cantones; Latacunga (Empresa Alcopesa, Productos Lácteos San Enrique, Empresa

Prodalecc y La Hostería del Jardín DARYCE), Salcedo (Embutidos Don Jorge), Saquisilí (Empres de Lácteos Parmalat) y Pujilí (Horno 1, Horno 2, Horno 3, Horno 4 y Horno 5).

## Ilustración 1

Área geográfica de estudio



Nota: La figura 1 representa el área geográfica del estudio, en la cual se evidencia la ubicación de las fuentes fijas en los diferentes cantones de la provincia de Cotopaxi.

### 9.4 Recopilación de Datos

Para esta investigación se elaboró una matriz Excel, en la cual se recopiló información indispensable de las 11 fuentes fijas seleccionadas que cuentan con todos los datos requeridos (Anexo 4) para aplicar en el Software “Screen View”, tales como: temperatura de combustión de gases ( $^{\circ}\text{C}$ ), dimensiones de la chimenea (m), partes por millón (ppm) del contaminante. Cabe mencionar que datos como; velocidad de expulsión del gas, área de la chimenea (m), carga del contaminante (mg/s), temperatura de salida de gases ( $^{\circ}\text{K}$ ) fueron interpretados a

través de fórmulas que se encuentran especificadas en la corrección de datos del presente trabajo, a fin de poder ser insertados en el Software.

## **9.5 Selección de Contaminantes a Modelar**

Para seleccionar los contaminantes a modelar, se revisó la normativa ambiental vigente según el TULSMA libro VI Anexo IV, tabla 1. Concentraciones de contaminates criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire.

El contaminante NO<sub>x</sub> se comparó con la normativa ambiental en forma de reemplazo del NO<sub>2</sub>; debido, a que algunas investigaciones revisadas no contenían los datos sobre el contaminante en su investigación. Por otro lado, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (s.f.) manifiestan que

Los óxidos de nitrógeno son un grupo de gases compuestos por óxido nítrico y dióxido de nitrógeno”. Donde el NO<sub>2</sub> es “el principal contaminante de los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), y se forma como subproducto en todas las combustiones llevadas a cabo a altas temperaturas. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f)

## **9.6 Procesamiento de Datos**

Para procesar los datos obtenidos se realizó una matriz en Excel previa (Anexo 4), en la cual consta; la ubicación de las fuentes fijas, tipos de contaminantes tales como: CO, NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>), SO<sub>2</sub> y la conversión de los mismos para ser procesados en el software “Screen View”.

### **9.6.1 Corrección de Datos**

El equipo de monitoreo testo 350 representa sus valores de concentración en partes por millón (ppm), los cuales fueron convertidos en datos admitidos por el software Screen View (mg/s) para cada uno de los gases.



El cálculo de la velocidad de los gases se realiza mediante la Ecuación 1

(1)

$$V = \sqrt{\frac{3 * R * T}{M}}$$

Dónde:

V= Velocidad de salida del gas

R= Constante de gas ideal 8.314 kg\*m<sup>2</sup>/mol\*k\*s

T = Temperatura kelvin

M = Masa molecular

Para el cálculo del caudal de salida se realiza la Ecuación 2

(2)

$$Q_s = V * A$$

En donde:

Q<sub>s</sub> = caudal de salida

V = velocidad de salida del gas

A = área de salida

Para el cálculo del diámetro circular se utilizó la siguiente Ecuación 3

(3)

$$De = \frac{4 * A}{\pi}$$

En donde:

De = diámetro de la circunferencia

A = Área de la circunferencia

$\pi = 3.1433$

Para el cálculo del diámetro de una chimenea cuadrada o rectangular se aplica la ecuación 4

(4)

$$De = \frac{2 * L * B}{L * B}$$

En donde:

De = es el diámetro de la chimenea sea cuadrada o rectangular

L = representa la longitud de la sección de la chimenea

B = es el ancho de sección de la chimenea

Para el cálculo del caudal de gases corregido se aplica la Ecuación 5

(5)

$$Qc = Qs * \frac{273}{273 + Ts}$$

En donde:

Qc = es el caudal de gases corregido

Qs = caudal de salida

Ts = temperatura de salida de los gases

Y por último para determinar la carga de contaminante de cada gas de combustión se aplica la Ecuación 6

(6)

$$C_x = C_{xppm} * \left( \frac{PM_x}{22,4} \right) * Q_c$$

En donde:

$C_x$  = carga contaminante del gas (mg/s)

$C_{xppm}$  = concentración en ppm del gas x

$PM_x$  = peso molecular del gas x (g/mol)

22,4 = volumen molar del gas a condiciones normales de presión a condiciones normales de presión 1atm y temperatura 273,15. K (L/mol)

$Q_c$  = Caudal de gases corregido (Nm<sup>3</sup>/s).

### 9.7 Modelación “Screen View”

Para el proceso de modelación se ingresó ciertos requisitos exigidos por el software como: tipo de fuente puntual, llamarada, de área o de volumen.

Para identificar el tipo de zona si es urbana o rural se determinó en los datos de las fuentes investigadas (Anexo 4).

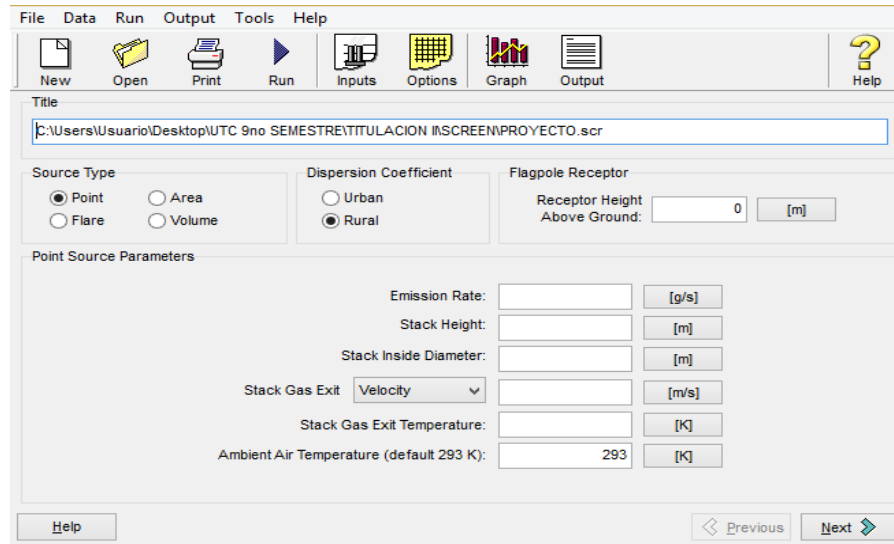
En este estudio se aplicó la fuente puntual, debido a que no existe otro tipo de fuente de combustión o no se encuentran dentro del rango de 200 metros de una fuente a otra según la normativa ambiental.

### 9.8 Modelación

Para la modelación se tomó en cuenta parámetros y unidades que el software pueda procesar; ya que, la modelación consiste de datos específicos para ser procesados.

## Ilustración 2

Interfaz principal del software Screen View



Nota: La figura 2 muestra la interfaz principal del software, donde se ingresan los datos necesarios para la correcta modelación

**Fuente:** Screen View

En el modelo Screen View presenta la pantalla principal para ingresar los datos como:

- Emission Rate (g/s): Tasa de emisión del contaminante X.
- Stack Height (m): Altura de la chimenea desde el suelo.
- Stack Inside Diameter (m): Diámetro interno de la chimenea.
- Stack Gas Exit Velocity or Stack Gas Exit Flow Rate (m/s): Velocidad de salida de los gases o también la velocidad de salida de la tasa de emisión (m<sup>3</sup>/s).
- Stack Gas Exit Temperature (K): Temperatura de salida de los gases (K).
- Ambient Air Temperature: Temperatura ambiente del aire (K).

### 9.9 Altura de Fuentes

Para la determinación de la altura de las fuentes fijas se tomó los datos de las investigaciones consultadas (Anexo 4).

## **9.10 Velocidad y Estabilidad del Viento**

Para determinar la estabilidad y velocidad del viento, se aplicó la configuración recomendada por el software Screen View, debido a que según (Perugachi et al. 2018) manifiesta en su estudio de “Evaluación de la estabilidad atmosférica bajo condiciones físicas y meteorológicas del Altiplano Ecuatoriano”. La estabilidad en el altiplano ecuatoriano se presenta una estabilidad muy inestable e inestable en el día y muy estable en la noche. Por lo cual, para este estudio se realizó la modelación automática de las diferentes estabilidades y velocidades del viento en el peor de los casos aplicando los criterios de Pasquill-Gifford.

## **9.11 Comparación con la Normativa**

Para comparar los resultados del software con la normativa, se aplicó la multiplicación de los resultados arrojados por el mismo con las horas de monitoreo estipuladas por la normativa según el contaminante; esto se debe, a que “Screen View” realiza la modelación máxima de la dispersión y concentración de los contaminantes en una hora.

Para las emisiones de CO se multiplicó por 8 horas de acuerdo a la jornada laboral, para las emisiones de NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>), se mantuvo las mismas concentraciones en una hora y para las emisiones de SO<sub>2</sub> se multiplicó por 24 horas como forma de pronóstico, debido a que solo una fuente puntual estudiada laboraba las 24 horas seguidas.

### ***9.11.1 Comparación de Calidad***

Para comparar la concentración de los contaminantes; CO, NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>), SO<sub>2</sub> se comparó con el nivel de alerta, alarma y emergencia de calidad del aire según el Acuerdo Ministerial 097-A que reforma al TULSMA libro VI Anexo 4 tabla 1.

**Tabla 3**

Tabla 1. Concentraciones de contaminates criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire [1]

<b>CONTAMINATE Y PERIODO DE TIEMPO</b>	<b>ALERTA</b>	<b>ALARMA</b>	<b>EMERGENCIA</b>
<b>Monóxido de carbono</b>	15000	30000	40000
<u>Concentración promedio en ocho horas (ug/m3)</u>			
<b>Ozono</b>	200	400	600
<u>Concentración promedio en ocho horas (ug/m3)</u>			
<b>Dióxido de Nitrógeno</b>			
<u>Concentración promedio en una hora (ug/m3)</u>	1000	2000	3000
<b>Dióxido de Azufre</b>			Se
<u>Concentración promedio en veinticuatro horas (ug/m3)</u>	200	1000	1800
<b>Material Particulado PM 10</b>			
<u>Concentración en veinticuatro horas (ug/m3)</u>	250	400	500
<b>Material Particulado PM 2,5</b>			
<u>Concentración en veinticuatro horas (ug/m3)</u>	150	250	350

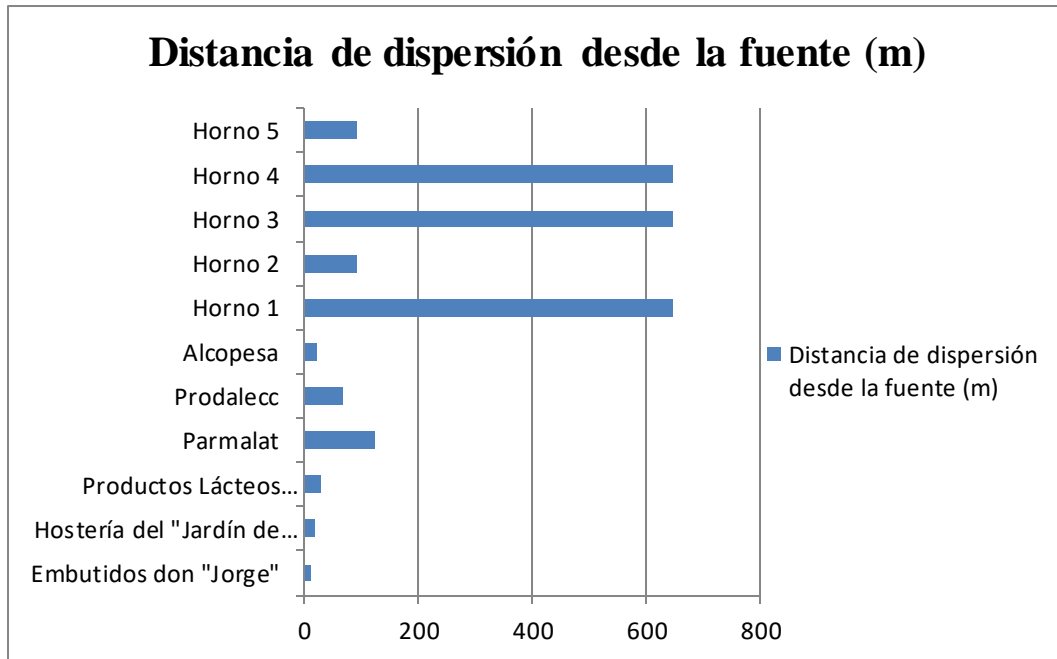
*Nota:* La Tabla 3 presenta los criterios que definen los niveles de alerta, alarma y emergencia de calidad del aire. (Ministerio del Ambiente, 2015)

## 10 ANÁLISIS DE RESULTADOS

### Análisis de resultados

#### Ilustración 3

*Dispersión de los contaminantes desde la fuente*

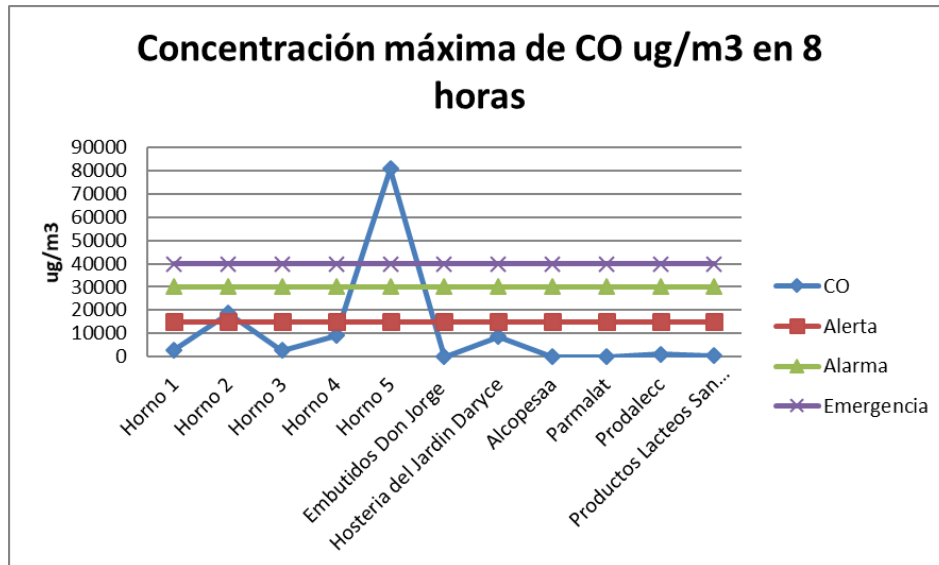


*Nota:* La Gráfica 3 representa la distancia en metros de la dispersión de los contaminantes desde la fuente hasta la sedimentación de las partículas.

Los resultados arrojados por el software "Screen View" en la dispersión, se evidencia que los hornos 1, 3 y 5 de Alfarería presentan la dispersión de 649 metros. Por otro lado, los hornos 2 y 4 de Alfarería con las empresas; embutidos "Don Jorge", productos lácteos "San Enrique", "Parmalat", "Prodalecc" "Alcopesa" y la hostería del jardín "DARYCE" no sobrepasan los 150 metros de dispersión de los contaminantes CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>. Esto es debido al diámetro de la chimenea de las fuentes donde el horno 1, horno 3 y horno 4 de alfarería mantienen un diámetro de 2.67m, mientras las demás fuentes no superan los 0.60 m.

**Ilustración 4**

*Resultados de la modelación del monóxido de carbono con la normativa TULSMA*



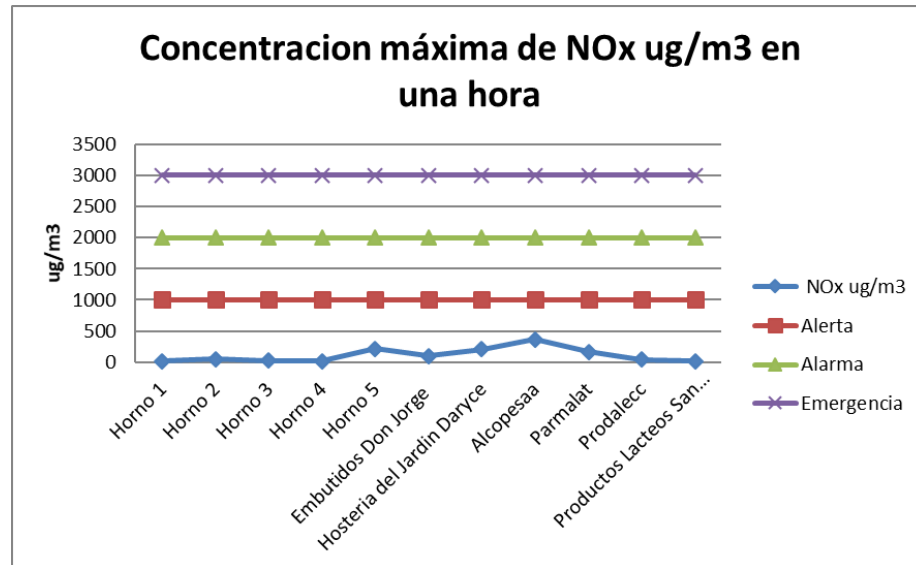
**Elaborado por:** El autor

En la modelación de calidad del aire se evidencia que el mayor punto de concentración de CO corresponde al horno 5 de Alfarería con 80,000 ug/m<sup>3</sup>, dejando un margen significativo de contaminación sobre las demás fuentes; sin embargo, el horno 2 de Alfarería a pesar de no presentar una contaminación tan notoria como el horno 5, se encuentra con una concentración de CO de 18,616 ug/m<sup>3</sup>, sobrepasando significativamente a la hostería del Jardín “DARYCE” cuya contaminación es de 8.600 ug/m<sup>3</sup>. Mientras el horno 1, horno 3, horno 4 de Alfarería y las empresas de “Prodalecc”, productos lácteos “San Enrique” y embutidos “Don Jorge” no presenta niveles altos de CO con respecto al horno 5. Por otro lado, la empresa “Parmalat” y la empresa “Alcopesa” no evidencian contaminación.



**Ilustración 5**

*Resultados de la modelación del dióxido de nitrógeno con la normativa TULSMA*

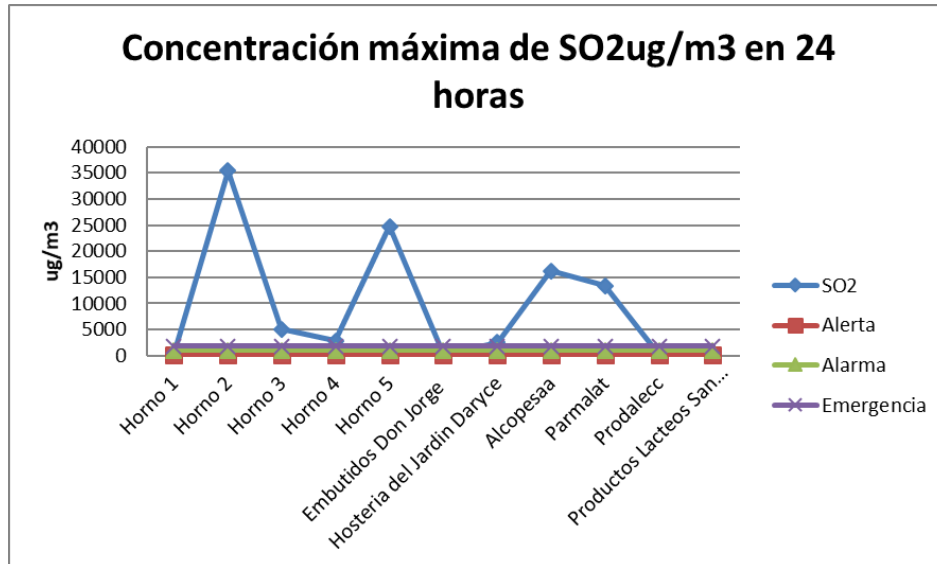


**Elaborado por:** El autor

En la modelación de calidad del aire se aprecia que la mayor concentración del contaminante de NO<sub>2</sub> es de la empresa “Alcopesa”, ya que presenta una concentración de 361.9 ug/m<sup>3</sup>. Mientras la empresa “Parmalat” posee 166.7 ug/m<sup>3</sup> y la hostería del Jardín “DARYCE” presentan 209.8 ug/m<sup>3</sup>, que corresponde a niveles intermedios de concentración respecto a “Alcopesa”. No obstante, los hornos 1, 2, 3, 4, 5 de Alfarería y las empresas; embutidos “Don Jorge”, “Prodalec” y Productos lácteos “San Enrique” presentan los niveles más bajos de concentración de NO<sub>2</sub>.

**Ilustración 6**

*Resultados de la modelación del dióxido de azufre con la normativa TULSMA*



**Elaborado por:** El Autor

Los resultados de la modelación muestran que el horno 2 de Alfarería presenta las mayores concentraciones del contaminante de SO<sub>2</sub> con 35,400 ug/m<sup>3</sup>. Mientras el horno 5 de Alfarería, la empresa “Alcopesa” y “Parmalat” presenta niveles de concentración intermedias entre 24,768 ug/m<sup>3</sup> y 13,413 ug/m<sup>3</sup>. Por otro lado, los horno 1, 3, 4 de Alfarería, embutidos “Don Jorge”, hostería del Jardín “DARYCE”, “Prodalecc” y productos lácteos “San Enrique” presentan niveles bajos de concentraciones respecto al contaminante.

## 11 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La contaminación de la calidad del aire es uno de los problemas ambientales más críticos, según diversos estudios por la “OMS”; sin embargo, la modelación de calidad de aire es una de las herramientas para identificar zonas expuestas a la contaminación producto de emisiones por fuentes fijas.

Realizada la modelación con el software “Screen View” y comparada con la normativa ambiental TULSMA libro VI anexo 4 tabla 1; se aprecia, la existencia de dos fuentes fijas sobrepasando los límites permisibles de CO tales como: el horno 2 de Alfarería con 18,616  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dando a notar un nivel de alerta y en el horno 5 de Alfarería con 80,800  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  que expresa un nivel de emergencia según los criterios de la norma. Por lo tanto, se puede inferir que estas concentraciones se deben a la combustión al aire libre, ya que los procesos para la fabricación de la cerámica necesitan de la incineración de diversos materiales naturales como artificiales provocando una excesiva contaminación de CO.

En cuanto a contaminación del  $\text{NO}_2$  y comparada con la normativa ambiental TULSMA se aprecia, que ninguna fuente de emisión presentó un nivel significativo de contaminación del aire, esto se debe a la mayoría de fuentes; como los hornos de Alfarería que presentan una combustión incompleta, y para la formación del contaminante  $\text{NO}_2$  se necesitan de combustiones completas a muy altas temperaturas.

Finalmente se puede evidenciar que la contaminación por ( $\text{SO}_2$ ) según la normativa se denota, 10 fuentes sobrepasando los límites permisibles en calidad de aire, entre estas fuentes tenemos el horno 1, horno 2, horno 3, horno 4 y horno 5 de Alfarería, esto se debe a sus procesos de producción para fabricar las cerámicas; los cuales, no tienen supervisión de las materias a incinerar para su combustión; además, que estos hornos no cuentan con sistemas de filtración de emanaciones, ya que son hornos artesanales. Por otro lado, la empresa de embutidos “Don Jorge” al compararla con la normativa en un monitoreo de 24 horas presenta

un nivel de alerta de contaminación de calidad de aire; sin embargo, estos resultados son hipotéticos, debido que la empresa solo labora 8 horas diarias por lo cual no entra en los criterios de comparación; para la empresa producto lácteos “San Enrique” se aprecia, que aun ajustada a las emisiones de acuerdo a la norma de calidad de aire no presenta un nivel significativo de contaminación, esto se debe a que la empresa solo labora 7 horas diarias, y a su caldero de vapor el cual necesita menos combustible para su funcionamiento. La empresa “Prodalecc” dedicada a la fabricación de productos lácteos presenta una contaminación significativa ajustada a un monitoreo continuo de 24 horas según la norma; sin embargo, estos resultados de contaminación son hipotéticos, debido que la empresa solo labora de 8 a 10 horas por lo cual la comparación con lo norma ambiental no sería aplicable. Mientras la hostería del Jardín “DARYCE” es un centro de alojamiento turístico el cual mantiene dos calderos en funcionamiento para; la calefacción de las instalaciones, el calentamiento de la piscina y duchas por lo cual si su funcionamiento fuera de 24 horas seguidas la hostería presentaría una contaminación del aire categorizada como emergencia; por otro lado, la hostería solo realiza el funcionamiento de sus calderos por 8 horas dando un resultado de una contaminación hipotética. La empresa “Alcopesa” dedicada a la fabricación de Whisky presenta altos niveles de polución al aire ajustándola a los requisitos que exige la norma ambiental; por otro lado, la empresa solo labora 8 horas diarias por lo cual su contaminación a la calidad de aire no entra a criterios a considerar con la normativa del TULSMA. Finalmente, la empresa “Parmalat” es una empresa dedicada a fabricación de diversos productos lácteos; leche semidescremada, zymil, light, envases de polietileno y tetra pack, lo cual, por la diversidad de sus procesos presenta una contaminación de emergencia según la norma ambiental; además, que se mantiene funcionando 24 horas seguidas a diferencia de las demás fuentes que no sobrepasan las 10 horas de funcionamiento.

## **12 IMPACTOS**

### **12.1 Ambiental**

El presente proyecto tiene como impacto ambiental, la identificación de áreas con mayor concentración y dispersión de contaminantes emanados por fuentes fijas, el mismo que se puede medir a través de gráficas de comparación entre concentración de los contaminantes con la normativa ambiental, para lo cual, se propone que exista un mayor control por parte de las entidades ambientales en cuanto a emisiones por fuentes fijas o la adaptación de nuevos sistemas tecnológicos que ayuden a la disminución y control de las emisiones hacia el medio ambiente.

### **12.2 Social**

El impacto social se ve reflejado en la divulgación de los datos para el conocimiento de la ciudadanía, tanto para los moradores como, para los propietarios de los centros de trabajo, el mismo que se puede medir, por medio de la comparación con la normativa ambiental, para verificar la calidad de aire en cuanto a su criterio de alerta, alarma y emergencia, por lo que se propone que los propietarios de las fuentes realicen la aplicación de métodos artesanos como tecnológicos para disminuir la carga de contaminantes hacia la atmosfera, disminuyendo significativamente su efecto sobre la población.

### 13 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

**Tabla 4**

*Presupuesto del proyecto*

<b>Recursos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>V. Unitario</b>	<b>V. Total</b>
<b>Humano</b>	Tutor	2 personas	\$ 20.00	\$ 40.00
	Alumno			
<b>Equipos de oficina</b>	Computadora	400 horas	\$ 0.40	\$ 160.00
	Internet	400 horas	\$ 0.60	\$ 240.00
	Lápiz	2 unidades	\$ 0.50	\$ 1.00
	Borrador	1 unidad	\$ 0.35	\$ 0.35
	Esfero	3 unidades	\$ 0.50	\$ 1.50
	Cuaderno	1 unidad	\$ 1.60	\$ 1.60
	Impresiones	200 unidades	\$ 0.25	\$ 50.00
	<b>Otros</b>	Transporte	16 viajes	\$ 4.10
Luz		4 meses	\$ 2.50	\$ 40.00
			\$ 12.00	\$ 48.00
<b>Subtotal</b>				<b>\$ 648.05</b>
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>\$ 64.81</b>
<b>Total</b>				<b>\$ 712.86</b>

*Nota:* La Tabla 4 detalla los gastos para realizar el presente proyecto de investigación

## 14 CONCLUSIONES

- Realizadas las modelaciones de calidad de aire en base a las 11 investigaciones tomadas en cuenta para este estudio, se determina que la dispersión de contaminación por las fuentes se encuentra entre un rango de 13 a 649 metros. Por otro lado, las concentraciones varían según el contaminante, la concentración máxima de CO fue de 80,800 ug/m<sup>3</sup> para el horno 5 de Alfarería, los cuales según la normativa ambiental (TULSMA) presenta un nivel de emergencia, mientras el contaminante NO<sub>2</sub> no presentan niveles significativos de contaminación por ninguna fuente, por lo cual sus criterios de calidad del aire son aceptables; sin embargo, la concentración máxima para SO<sub>2</sub> fue del horno 2 de Alfarería con 35,400 ug/m<sup>3</sup> obteniendo un nivel de emergencia.
- Mediante las investigaciones realizadas por la Universidad Técnica de Cotopaxi sobre calidad de aire con el testo 350, se determinó la toma de 11 fuentes fijas para esta investigación de las cuales se obtuvieron los datos bases, mismos que fueron transformados a unidades aceptadas por el software.
- Revisando las distancias de dispersión de cada fuente, se determinó que la selección de estabilidad y velocidad del viento sugerido por el software “Screen View” analiza la distancia máxima de concentración en el peor de los casos aplicando los criterios de Pasquill-Gifford, esto debido a que la estabilidad atmosférica en el Ecuador es muy inestable e inestable.
- Analizado los resultados de la modelación, se estableció que las concentraciones varían dependiendo de cada fuente, esto se refleja según el diámetro de chimenea y su tasa de emisión, debido a que, mientras mayor diámetro de chimenea su distancia de dispersión es mayor. Sin embargo, a mayor tasa de emisión, se presenta una mayor concentración de contaminantes.
- Realizada la comparación con la normativa TULSMA, se determinó que varias fuentes presentan contaminación sobrepasando los niveles de calidad de aire ambiente; el horno 2 presenta una concentración de alerta, mientras el horno 5 de alfarería presentan una concentración de emergencia por CO. Mientras la contaminación por SO<sub>2</sub> el horno 1, embutidos “Don Jorge” y Prodalecc presentan una concentración de alarma. Finalmente, el horno 2, horno 3, horno 4, horno 5 de alfarería, hostería del jardín Daryce, Alcopesa y Parmalat presentan un nivel de concentración de emergencia según los criterios de calidad de aire ambiente de la normativa ambiental.

## 15 RECOMENDACIONES

- Para las futuras investigaciones en calidad de aire con el testó 350, se sugiere incorporar la modelación de la misma; debido, a que estos estudios aportan con el conocimiento del rango de la dispersión y concentración de los contaminantes emanados por las fuentes fijas.
- A los propietarios de fuentes fijas, se les recomienda mantener monitoreos continuos de calidad de aire, con el fin de disminuir sus emisiones o identificar cuáles son sus procesos que pueden estar causando mayor contaminación.
- Para las autoridades de control en materia ambiental, se propone implementar programas de capacitaciones gratuitas en cuanto a modelación de calidad de aire, con el fin de hacer partícipes a los propietarios de fuentes fijas, para que identifiquen cuáles son sus rangos de contaminación.



## 16 BIBLIOGRAFÍA

- Acuerdo Ministerial No. 061* . (4 de Mayo de 2015). Obtenido de Registro Oficial:  
<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155124.pdf>
- Ayala, A. M. (s.f). *Investigación Bibliográfica: Definición, Tipos, Técnicas*. Obtenido de LIFEDER: <https://www.lifeder.com/investigacion-bibliografica/>
- Bermeo, A. (2002). <http://www.paho.org/>. Recuperado el 01 de 28 de 207
- Bolaños, P., & Chacón, C. (Marzo de 2017). *Intoxicacion por monoxido de carbono*. Obtenido de Scielo: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152017000100137](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152017000100137)
- Bustillos, A. (2011). "*Simulación de la dispersión de contaminates en el aire de la ciudad de ambato emitidos por fuentes fijas y por la actividad del volcán Tunguragua, mediante la utilización de los softwares ambientales especializados disper versión 5.2 t screen view*". Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1864/1/BQ.12%20pdf>
- Calderon, R. (Abril de 2016). [/web.uaemex.mx/](http://web.uaemex.mx/). Recuperado el 01 de Febrero de 2017, de <http://web.uaemex.mx/cica/TesisRafael.pdf>
- Carnicer, J. M. (s.f). *Contaminacion Atmosferica*. Obtenido de Escuela de Negocios eoi: <https://www.eoi.es/es/file/18607/download?token=DQeBhR8t#:~:text=Se%20entiende%20por%20contaminaci%C3%B3n%20atmosf%C3%A9rica,y%20bienes%20de%20cualquier%20naturaleza>.
- Chiluiza, C. (2019). *Evaluacion de la concentracion de material particulado de PM10 y PM2.5 en la parroquia Belisario Quevedo de la provincia de Cotopaxi en el periodo 2018 - 2019*. Obtenido de [repositorio.utc.edu.ec](http://repositorio.utc.edu.ec).

- Código orgánico del ambiente.* (21 de Agosto de 2018). Obtenido de Registro Oficial Suplemento 983: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Codigo-Organico-del-Ambiente.pdf>
- Constitución de la república del Ecuador.* (20 de Octubre de 2008). Obtenido de Registro Oficial 449: [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Cuesta, O. (2017). *Inventario nacional de emisiones atmosféricas de las principales fuentes fijas.* Obtenido de Revista Cubana de Meteorología: <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/238/233>
- Depaz, A. (29 de Agosto de 2017). *"Modelación de dispersión de material particulado mediante la Aplicación del Modelo Gaussiano para determinar la zona vulnerable del sector industrial de Puente Piedra 2017"*. Obtenido de Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/17417>
- Díaz, Y., & Naranjo, H. (2018). *"Comparación en el análisis de carga de viento entre las normas australiana/New Zealand Standard, El Eurocódigo y la NSR-10"*. Obtenido de Universidad Distrital Francisco José de Caldas: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13322/1/DiazHernandezYefersonAndres2018.pdf>
- Erazo Nogales, G. K. (Julio de 2017). *"Identificación de los contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes fijas en la elaboración de alfarería en la parroquia la Victoria del cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi"*. Obtenido de Repositorio utc: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4278/1/UTC-PC-000257.pdf>
- Gallo, A., & Carlos, P. (2019). *Determinación y caracterización de las concentraciones de material particulado sedimentable del sector de ladrilleras de la matriz del cantón Chambo.* Obtenido de Universidad Nacional de Chimborazo:

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5623/1/UNACH-EC-ING-AMBT-2019-0007.pdf>

GIMIM. (2020). *Analizador de gases de combustion testo 350*. Obtenido de gimim: <https://gimim.com/testo/medicion-emisiones/analizador-de-gases-de-combustion-testo-350>

Gobierno de Colombia. (2017). *Inventario de emisiones atmosféricas*. Obtenido de minambiente:

[https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones\\_atmosfericas\\_contaminantes/documentos\\_relacionados/GUIA\\_PARA\\_LA\\_ELABORACION\\_DE\\_INVENTARIOS\\_DE\\_EMISIONES\\_ATMOSFERICAS.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones_atmosfericas_contaminantes/documentos_relacionados/GUIA_PARA_LA_ELABORACION_DE_INVENTARIOS_DE_EMISIONES_ATMOSFERICAS.pdf)

Greenpeace. (6 de Abril de 2019). *Contaminación del aire, la mayor amenaza ambiental para la salud*. Obtenido de <https://elpoderdelconsumidor.org/wp-content/uploads/2019/04/b-dia-mundial-d-la-salud-2019-calidad-del-aire-e-impactos-en-la-salud.pdf>

Hervé, D. (1994). *Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes*. Obtenido de [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_7/b\\_fdi\\_03\\_01/41710.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_03_01/41710.pdf)

INEC. (2016). [www.ecuadorencifras.gob.ec/](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/). Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/reportePobreza.pdf>

Instituto para la Salud Geoambiental. (s.f). *El dióxido de azufre*. Obtenido de Instituto para la Salud Geoambiental: <https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-azufre-so2>

Linde . (s.f). *Dióxido de carbono (CO2)*. Obtenido de Linde Gropu: [https://www.linde-gas.es/es/images/Di%C3%B3xido%20de%20carbono%28C02%29\\_Un%20valioso%2](https://www.linde-gas.es/es/images/Di%C3%B3xido%20de%20carbono%28C02%29_Un%20valioso%2)

Oproducto%20con%20posibilidades%20%C3%BAnicas\_23808-10\_tcm316-116928.pdf

Loaiza, Y. (16 de Septiembre de 2019). *El aire contaminado que respiramos en el Ecuador*.

Obtenido de Gkillcity: <https://gk.city/2019/09/16/aire-contaminado-ecuador-ciudades/?fbclid=IwAR3W3Nkq1LowzLL8PNOnpYJ2THYDyt8eQCIPFFlaySsNyRg1AsqGWmtU27A>

Manzur, M., Graciela, B., & Gonzáles, S. (12 de Mayo de 2012). *Modelos de dispersion de contaminantes atmosfericos*. Obtenido de 7mo Congreso de Meio Ambiente:

<https://pdfs.semanticscholar.org/4e39/dedf13a5ac9ca414b21abc26149f4f52ec93.pdf>

Ministerio de Trabajo, Migración y Seguridad Social. (2018). *Dióxido de nitrógeno*. Obtenido de Gobierno de España:

<https://www.insst.es/documents/94886/431980/DLEP+116++Di%C3%B3xido+de+nitr%C3%B3geno++A%C3%B1o+2018.pdf/b295ec76-11fc-43fb-9834-31e8336d99bc>

Ministerio del Ambiente. (2012). <http://www.ambiente.gob.ec/>. Obtenido de

[http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS\\_ECUADOR\\_2.pdf](http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf)

Ministerio del Ambiente. (4 de Noviembre de 2015). *Registro Oficial*. Obtenido de Edición

Especial N<sup>a</sup> 387: [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento\\_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015\\_0.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf)

Ministerio del Ambiente de Chile. (Diciembre de 2016). *Guía de Calidad del aire y*

*Educación Ambiental*. Obtenido de Gobierno de Chile: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-de-Aire-003.pdf>

Ministerio del Ambiente y Agua. (s.f). *Contaminación ambiental*. Obtenido de

[https://www.ambiente.gob.ec/controlar-la-contaminacion-ambiental-contribuye-a-mejorar-la-calidad-de-vida-de-la-](https://www.ambiente.gob.ec/controlar-la-contaminacion-ambiental-contribuye-a-mejorar-la-calidad-de-vida-de-la)

poblacion/?fbclid=IwAR2Ot61o8HnDco\_yRqVFCpzlN3AAZddSX5eVqPmpKn2Db  
Hrx63vfqBPTAQQ

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f). *NOx (óxidos de nitrógeno)*. Recuperado el 9 de Febrero de 2021, de Gobierno de España: <http://www.prtr-es.es/NOx-oxidos-de-nitrogeno,15595,11,2007.html>

Ordoñez, Y. C., Reinos, M., Hernandez, A., & Canciano, J. (2018). *Aplicación de modelos simplificados para la dispersión de contaminantes atmosféricos*. Obtenido de Rev Cub Quim vol.30 no 1: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-54212018000100008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000100008&lng=es&nrm=iso). ISSN 2224-5421.

Organización Mundial de la Salud. (2 de Mayo de 2018). *Calidad de aire y salud*. Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Oyarzún, M. (2010). *Contaminación aérea y sus efectos en la salud*. Obtenido de Scielo.conicyt: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcher/v26n1/art04.pdf>

Perugachi, N., Limáico, C., & Fernández, M. (Junio de 2018). *Evaluación de la Estabilidad Atmosférica Bajo Condiciones Físicas y Meteorológicas del Altiplano Ecuatoriano*. Obtenido de Scielo: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-77862018000200336](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862018000200336)

Querol, X. (2018). *la calidad del aire en las ciudades*. Obtenido de Fundación Naturgy: <http://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2018/07/prologo-la-calidad-del-aire.pdf>

Redacción1. (13 de Enero de 2020). *Contaminacion ambiental*. Obtenido de Exacto: <https://exactodigital.com/quito-contaminacionambiental-durante-2019-90-de-los-dias-la-calidad-del-aire-se-mantuvo-bajo-norma-establecida-pero-10-fueron-de-altisima>

contaminacion-con-posibles-graves-secuelas-de-  
enfermedades/?fbclid=IwAR3FzNV0dU0rkvhLWPn2VT

*Reglamento al código orgánico del ambiente.* (12 de Junio de 2019). Obtenido de Registro Oficial Suplemento 507: <http://bch.cbd.int/database/attachment/?id=19823>

Remachi, J. (2017). *Determinación de los gases contaminantes en fuentes fijas de la parroquia Eloy Alfaro de la ciudad de Latacunga.* Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4207/1/UTC-PC-000094.pdf>

República de Colombia. (s.f). *Programa de control de contaminación atmosférica generada.* Obtenido de car: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ade52d97c73b.pdf>

Rodriguez , G & Gil, J., & Garcia, E. . (1996). *Metodología de la investigación cualitativa.* España: Aljibe.

Romero, M., Olite, F., & Álvarez, M. (2006). *Scielo.* Obtenido de Revista Cubana de Higiene y Epidemiología: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-30032006000200008&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-30032006000200008&script=sci_arttext&tlng=en)

Tamayo, M. (31 de Marzo de 2006). *Tipos de investigación.* Obtenido de [https://trabajodegradoucm.weebly.com/uploads/1/9/0/9/19098589/tipos\\_de\\_investigacion.pdf](https://trabajodegradoucm.weebly.com/uploads/1/9/0/9/19098589/tipos_de_investigacion.pdf)

Testo. (2020). *Analizador de combustion testo 350 - Analizador portatil para emisiones industriales.* Obtenido de testo: <https://www.testo.com/es-ES/analizador-de-combustion-testo-350/p/0632-3510#:~:text=El%20analizador%20de%20combusti%C3%B3n%20testo%20350%20se%20compone%20de%20dos,la%20determinaci%C3%B3n%20de%20la%20combusti%C3%B3n.>

Vidal, O. A., & Pérez, A. (8 de Noviembre de 2017). *Estimación de la Dispersión de Contaminantes Atmosféricos Emitidos por una Industria Papelera Mediante el*

*Modelo AERMOD.* Obtenido de Revista Ingeniería:

[https://www.researchgate.net/publication/322780797\\_Estimacion\\_de\\_la\\_Dispersion\\_d  
e\\_Contaminantes\\_Atmosfericos\\_Emitidos\\_por\\_una\\_Industria\\_Papelera\\_Mediante\\_el\\_  
Modelo\\_AERMOD/fulltext/5a6fdb9a6fdcc33daa7d6aa/Estimacion-de-la-Dispersion-  
de-Contaminantes-Atmos](https://www.researchgate.net/publication/322780797_Estimacion_de_la_Dispersion_de_Contaminantes_Atmosfericos_Emitidos_por_una_Industria_Papelera_Mediante_el_Modelo_AERMOD/fulltext/5a6fdb9a6fdcc33daa7d6aa/Estimacion-de-la-Dispersion-de-Contaminantes-Atmos)

## 17 ANEXOS

## Anexo 1 Aval del Centro de Idiomas



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

### *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor egresado de la Carrera de **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES; CEVALLOS TAXI JUAN PABLO**, cuyo título versa **“MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN Y ACUMULACIÓN DE LOS CONTAMINANTES EMANADOS POR FUENTES FIJAS MEDIANTE DATOS DE INVESTIGACIONES REALIZADAS CON EL TESTO 350 EN EL PERÍODO 2020 - 2021”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, marzo 2021

Atentamente,

Lic. Edison Marcelo Pacheco Pruna Mg.  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
C.C. 0502617350

1803027935 Firmado digitalmente por  
VICTOR HUGO ROMERO GARCIA  
1803027935  
CENTRO DE IDIOMAS  
ROMERO GARCIA  
Fecha: 2021.03.10  
15:50:31 -05'00'



**Anexo 2** Tablas comparativas de la modelación con la normativa TULSMA

Contaminante y periodo de tiempo	Empresa	Cantidad de		Alerta (ug/m <sup>3</sup> )	Alarma (ug/m <sup>3</sup> )	Emergencia (ug/m <sup>3</sup> )	
		concentración	modelada (ug/m <sup>3</sup> )				
<b>Monóxido de carbono.</b> <b>Concentración promedio en 8 horas (ug/m<sup>3</sup>)</b>	Horno 1 de						
	Alfarería Sra. Ester Armendáris	3014.4		15000	30000	40000	Cumple
	Horno 2 de						
	Alfarería Sr. Alonso Díaz.	18616		15000	30000	40000	Alerta
	Horno 3 de						
	Alfarería Sra. Oliva Reinoso	2589.6		15000	30000	40000	Cumple
	Horno 4 de						
	Alfarería Sr. Pedro Buenaventura	9144		15000	30000	40000	Cumple
	Horno 5 de						
	Alfarería Sr. José Molina	80800		15000	30000	40000	Emergencia
	Embutidos “Don Jorge”	24.08		15000	30000	40000	Cumple
	Hostería del Jardín “DARYCE”	8600		15000	30000	40000	Cumple
	Alcopesa	0		15000	30000	40000	Cumple
	Parmalat	0		15000	30000	40000	Cumple
	Prodalecc	1136.8		15000	30000	40000	Cumple
	Productos lácteos “San Enrique”	432.24		15000	30000	40000	Cumple

*Nota:* La Tabla representa la comparación entre los resultados obtenidos de la modelación y la normativa ambiental del Ministerio del ambiente y agua.

*Comparación del dióxido de nitrógeno con la normativa ambiental vigente*

Contaminante y periodo de tiempo	Empresa	Cantidad de concentración				
		modelada (ug/m <sup>3</sup> )	Alerta (ug/m <sup>3</sup> )	Alarma (ug/m <sup>3</sup> )	Emergencia (ug/m <sup>3</sup> )	
Dióxido de nitrógeno. Concentración promedio en una hora (ug/m <sup>3</sup> )	Horno 1 de Alfarería Sra. Ester Armendáris	13.99	1000	2000	3000	Cumple
	Horno 2 de Alfarería Sr. Alonso Díaz.	49.17	1000	2000	3000	Cumple
	Horno 3 de Alfarería Sra. Oliva Reinoso	27.02	1000	2000	3000	Cumple
	Horno 4 de Alfarería Sr. Pedro Buenaventura	17.85	1000	2000	3000	Cumple
	Horno 5 de Alfarería Sr. José Molina	213	1000	2000	3000	Cumple
	Embutidos "Don Jorge"	97.74	1000	2000	3000	Cumple
	Hostería del Jardín "Daryce"	209.8	1000	2000	3000	Cumple
	Alcopesa	361.9	1000	2000	3000	Cumple
	Parmalat	166.7	1000	2000	3000	Cumple
	Prodalecc	40.61	1000	2000	3000	Cumple
	Productos lácteos "San Enrique"	15.59	1000	2000	3000	Cumple

*Nota:* La Tabla muestra la comparación entre los resultados obtenidos de la modelación del contaminante NO<sub>x</sub> y la normativa ambiental.

*Comparación del SO<sub>2</sub> con la normativa ambiental vigente*

<b>Contaminante y periodo de tiempo</b>	<b>Empresa</b>	<b>Cantidad de concentración modelada (ug/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Alerta (ug/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Alarma (ug/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Emergencia (ug/m<sup>3</sup>)</b>	
<b>Dióxido de azufre. Concentración promedio en 24 horas (ug/m<sup>3</sup>)</b>	Horno 1 de Alfarería Sra. Ester Armendáris	474.72	200	1000	1800	Alerta
	Horno 2 de Alfarería Sr. Alonso Díaz.	35400	200	1000	1800	Emergencia
	Horno 3 de Alfarería Sra. Oliva Reinoso	5059.2	200	1000	1800	Emergencia
	Horno 4 de Alfarería Sr. Pedro Buenaventura	2812.8	200	1000	1800	Emergencia
	Horno 5 de Alfarería Sr. José Molina	24768	200	1000	1800	Emergencia
	Embutidos "Don Jorge"	216.48	200	1000	1800	Alerta
	Hostería del Jardín "DARYCE"	2517.6	200	1000	1800	Emergencia
	Alcopesa	16192.8	200	1000	1800	Emergencia
	Parmalat	13413.6	200	1000	1800	Emergencia
	Prodalecc	227.52	200	1000	1800	Alerta
	Productos lácteos "San Enrique"	99.84	200	1000	1800	Cumple

*Nota:* la Tabla muestra la comparación de los resultados obtenidos de la modelación en 24 horas por el software Screen View con la normativa ambiental dictada por el Ministerio del ambiente.

### Anexo 3 Matriz Excel fuentes que cumplen y no cumple con los datos bases

Año	Ubicación	Empresa Nombre	Coordenadas		Concentraciones (mg/m <sup>3</sup> )			Altura de la Chimenea	Diámetro de la Chimenea (cm)	Temperatura de salida del Gas	Funcionamiento	Tipo de Combustible	Tipo de Producción	Tipo de Chimenea	
			X	Y	CO	Nox	SO2								
2017	Latacunga/parroquia la Matriz	Molino Poultier S.A	764087	9896921	0	178.282	351.08		31.5 (m)	no presenta temperatura	Lunes/sabado	Diesel	Continua	Puntual	incompleto
2017	Latacunga/parroquia la Matriz	Hospital del seguro social IESS	765501	9895784	0	150.871	1345.905		60 (m)		Todos los Días	Diesel	Discontinua	Puntual	Incompleto
2017	Latacunga/san buenaventura	Qesera Ibail	764531	9904200	0	120	15,67	3.5 (m)	0.30 (m)	no	Lunes/sabado	Diesel	Discontinua	Puntual	Incompleto
2017	Latacunga/san buenaventura	Picantina	764476	9900327	3728,82	13892	133,48	4.5 (m)	0.60 (m)	presentan	ciertos dias	Diesel	Discontinua	Puntual	Incompleto
2017	Latacunga/san buenaventura	Aragoneza	765996	9903523	36,78	91,22	12,32	4.5 (m)	0,35 (m)	temepratura	lunes/viernes	Diesel	Discontinua	Puntual	Incompleto
2017	Pujilí/La Victoria/Alfareria	Horno 1	757992	9896741	4,861.61	178.27	257.67	3.2 (m)	2.67(m)	900 °c	ciertos dias	Madera	Discontinua	Puntual	Completo
2017	Pujilí/La Victoria/Alfareria	Horno 2	756442	9898271	3,932.83	73.93	2,490.78	3.2 (m)	0.6 (m)	1000°C	ciertos dias	Madera	Discontinua	Puntual	Completo
2017	Pujilí/La Victoria/Alfareria	Horno 3	756892	9899518	4,179.42	350.8	2,718.00	3.2 (m)	2.67(m)	900 °c	ciertos dias	Madera	Discontinua	Puntual	Completo
2017	Pujilí/La Victoria/Alfareria	Horno 4	756627	9899473	14,755.58	228.21	1,512.08	3.2 (m)	2.67(m)	900 °c	ciertos dias	Madera	Discontinua	Puntual	Completo
2017	Pujilí/La Victoria/Alfareria	Horno 5	757243	9897135	17,072.47	361.78	1,736.64	3.2 (m)	0.6 (m)	1000°C	ciertos dias	Madera	Discontinua	Puntual	Completo
2017	latacunga/Eloy Alfaro	Alcopesa	764087	9896921	134,76	276,61	924,93	4.53 (m)	0.45 (m)	141,14°C	lunes/viernes	Diesel	Continua	Puntual	Completo
2018	latacunga/Eloy Alfaro/barrío san Rafael	Embutidos Don Jorge	765732	9885656	5,362	150,543	13,250	3 (m)	0,35 (m)	165,96°C	lunes/viernes	Diesel	Continua	Puntual	Completo
2018	latacunga/Mulaló	Productos Lacteos San Enrique	769676	9913634	203,721	63,517	10,338	2,5 (m)	0,30 (m)	291,48°C	lunes/domingo	Diesel	Continua	Puntual	Completo
2018	Parroquia Ignacio Flores	Ladrillera 1	767027	9895207	16,443.35	301,85	408.77	3.2 (m)	4,44 (m)	2500 °C	ciertos dias	Madera	Discontinua	Puntual	Incompleto
2018		Ladrillera 2	767031	9896772	15,811.13	409,67	418,44	3.2 (m)	4,99 (m)	2501 °C	ciertos dias	Madera	Discontinua	Puntual	Incompleto
2018	latacunga/la matriz	Hospital general de Latacunga	765141	9896417	9327,919	93,047	11,171	2.10 (m altura de muestreo)	0,40 (m)	149,929 °C	lunes/domingo	diesel	continua	puntual	incompleto

201 8	latacunga/belisario Quevedo	Cereales la pradera caldero 1	768957	9890893	199,660	107,54 8	10,001	0,70 (m altura del muestreo)	0,35 (m)	86,747°C	ciertos dias	diesel	discontinua	puntual	Incompleto
201 8	latacunga/belisario Quevedo	Cereales la pradera caldero 2	768957	9890893	66,895	142,60 9	12,542	0,70 (m altura del muestreo)	0,35 (m)	139,842 °C	ciertos dias	diesel	discontinua	puntual	Incompleto
201 8	saquisili/barrio calicanto	Parmalat	759930.5	9909095	0	646,51	2131,55	8 (m)	0,55 (m)	151,7 °C	Lunes/sabado	bunquer	Continua	Puntual	Completo
		Ladrillera artesanal pilicita	759930	9909094	3930,42	60,22	0,00	3.2 (m)	3,47 (m)	29,10 °C	ciertos dias	Madera	Discontinua	Puntual	Incompleto
201 8	latacunga/parroquia alàquez	Prodalecc	767746.4	9909172	172,53	68,98	11,65	4 (m)	0,30 (m)	194,75°C	Lunes/sabado	Diesel	Discontinua	Puntual	Completo
		Hostería Jardin de DARYCE	766812.5	990605. 5	1964,31	30,78	163,73	2 (m)	0.30 (m)	113,29°C	Todos los Días	Diesel	Discontinua	Puntual	Completo

## Anexo 4 Matriz de datos

### Datos de fuentes para la investigación

Tema de Investigación	Autor	Dispersión de coeficientes según el PDOT	Empresa Nombre	Coordenadas		Tasa de emisiones un solo día de monitoreo (ppm)			Tipo de chimenea	Altura de la Chimenea (m)	Diámetro de la Chimenea (m)	Velocidad de salida del gas (m/s)	Cx Carga contaminante del gas CO (g/s)	Cx Carga contaminante del gas NOx (g/s)	Cx Carga contaminante del gas SO2 (g/s)	Temperatura de salida del gas en °k	Funcionamiento	Tipo de Combustible	Tipo de Producción	Tiempo de funcionamiento (h)	Tipo de Chimenea	La Fuente se Dedic
				X	Y	CO	Nox	SO2														
“Identificación de los contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes fijas en la elaboración de alfarería en la parroquia la victoria del cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi”	Erazo Nogales Gabriela Katherine	Rural	Horno 1	757992	9896741	152967	341.4	354.7	Rectangular	3.3	2.67	10	78.1	2.9	4.1	1073.15	Ciertos días	Madera	Discontinua	8	Puntual	Elaboración de cerámica
		Rural	Horno 2	756442	9898271	123744	141.6	3428.7	Rectangular	3.3	0.6	10	14.2	0.3	9.0	1073.15	Ciertos días	Madera	Discontinua	8	Puntual	Elaboración de teja
		Rural	Horno 3	756892	9899518	131502	671.9	3741.5	Rectangular	3.3	2.67	10	67.1	5.6	43.7	1073.15	Ciertos días	Madera	Discontinua	8	Puntual	Elaboración de cerámica
		Rural	Horno 4	756627	9899473	464274	437.1	2081.5	Rectangular	3.3	2.67	10	237.0	3.7	24.3	1073.15	Ciertos días	Madera	Discontinua	8	Puntual	Elaboración de cerámica
		Rural	Horno 5	757243	9897135	537173	692.9	2390.6	Rectangular	3.3	0.6	10	61.6	1.3	6.3	1073.15	Ciertos días	Madera	Discontinua	8	Puntual	Elaboración de cerámica
“Determinación de los gases contaminantes en fuentes fijas en la parroquia Eloy Alfaro de la ciudad de Latacunga”	Remachi Moreno Jessica Noemi.	Urbana	Alcopesa	764087	9896921	0	336	448	Circular	4.53	0.45	6	0.0	0.6	1.1	439	lunes/viernes	Diésel	Continua	8	Puntual	Producción de licor (Whisky)

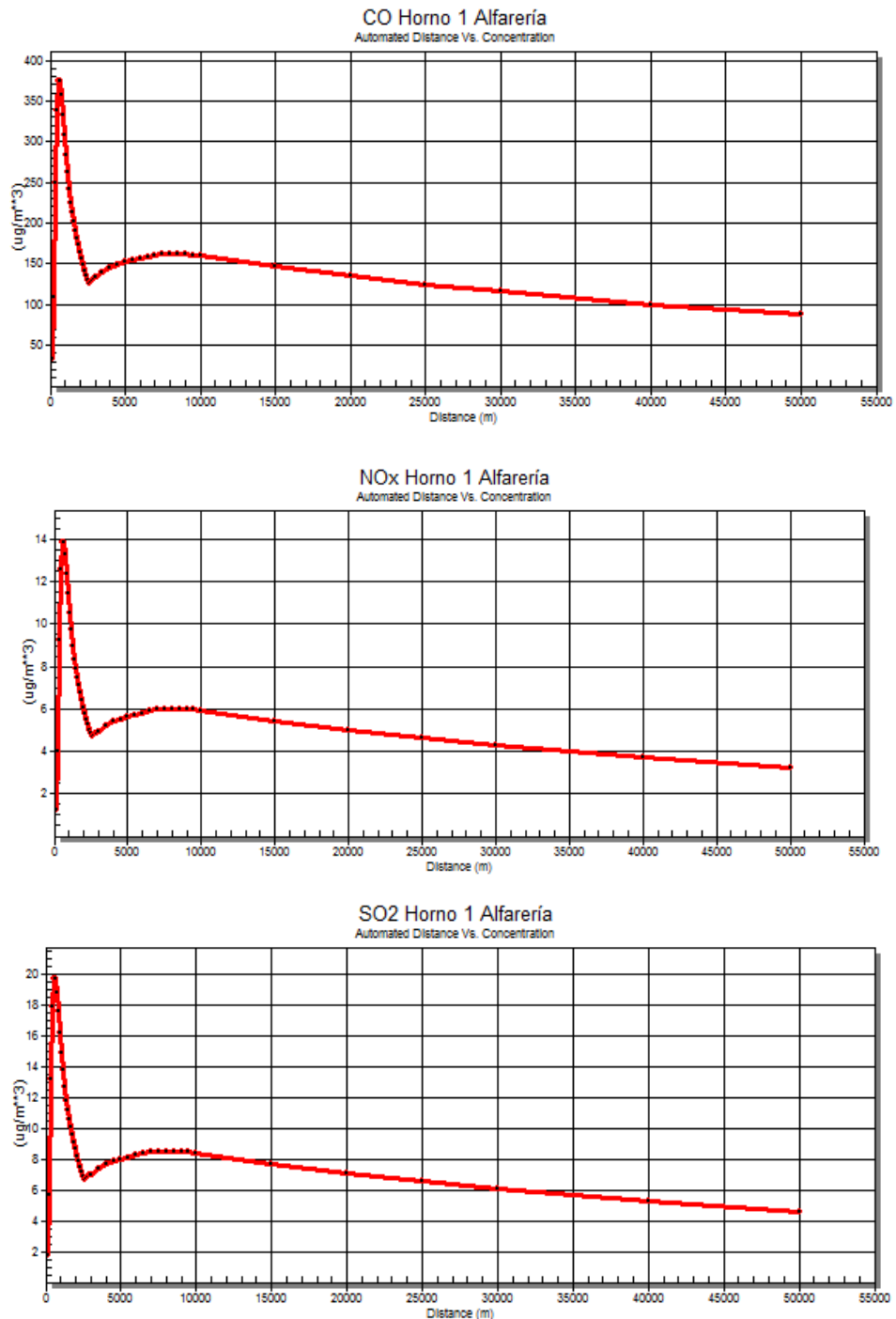
“Determinación de los gases contaminantes en fuentes fijas en las empresas: embutidos don Jorge y productos lácteos San Enrique.”	Urbana	Embutidos Don Jorge	765732	9885656	2.3	48.5	3.5	Circular	3	0.35	6	0.0	0.1	0.0	427	lunes/viernes	Diésel	Continua	8	Puntual	Producción y comercialización de productos cármicos
	Rural	Productos Lácteos San Enrique	769676	9913634	76.95	13.94	2.3	Circular	2.5	0.3	7	0.1	0.0	0.0	554.4	lunes/domingo	Diésel	Continua	8	Puntual	Producción Artesanal de queso
“Determinación de los Contaminantes Atmosféricos emitidos en la Fábrica Parmalat y Ladrilleras Artesanales Pilicita y Rey Saúl ubicadas en el Barrio Calicanto, Cantón Saquisilí”.	Rural	Parmalat	759930.49	9909094.68	0	48.70	11.71.5	Circular	8	0.55	6.0	0.0	1.0	3.4	424.85	Lunes/sábado	Bunquer	Continua	24	Puntual	Producción de leche entera, semidescremada, deslactosada zymil, light, saborizada; en envases de polietileno y tetrapack y leche en polvo
“Determinación de los contaminantes atmosféricos en fuentes fijas emitidos por la Fábrica de Productos Lácteos PRODAL ECC y la Hostería	Rural	Prodelecc	767746.37	9909172.29	297.2	56.5	8.9	Circular	4	0.3	6.5	0.2	0.1	0.0	467.9	Lunes/sábado	Diésel	Discontinua	8	Puntual	Productos lácteos como leches, yogurt, helados, quesos frescos, quesos maduros, cremas y agua
	Rural	Hostería Jardín de DAR YCE	766812.47	990605.51	576.9	70.0	24.7	Circular	2	0.3	5.8	0.4	0.1	0.0	386.44	Todos los Días	Diésel	Discontinua	8	Puntual	Servicio de alojamiento y recepciones

Jardín de  
DARYCE  
, Sector  
Tandalivi,  
Parroquia  
Aláquez,  
Cantón  
Latacunga  
,  
Provincia  
de  
Cotopaxi”  
.

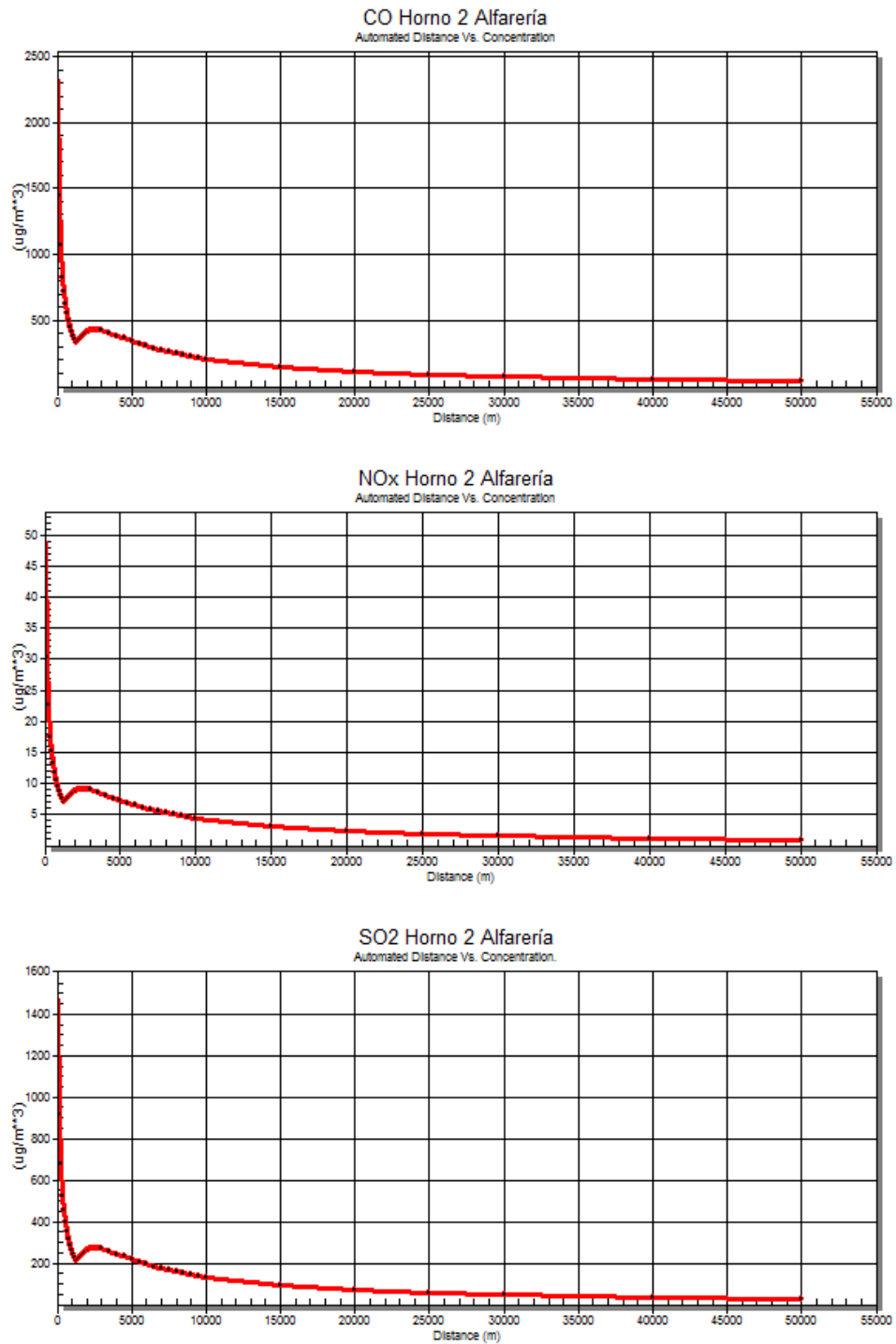
PESO MOLECULAR	PESO MOLECULAR	PESO MOLECULAR	PESO MOLECULAR	PESO MOLECULAR	PESO MOLECULAR	PESO MOLECULAR
CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>
28 g/mol	46 g/mol	64 g/mol	32 g/mol	44 g/mol	30 g/mol	46 g/mol
Masa molecular total						
290 g/mol						

*Nota:* La tabla representa todos los datos consultados de las diferentes investigaciones; además, de contener los datos elaborados en esta investigación para procesamiento en el software.



**Anexo 5** Gráficas de resultados de la modelación del software Screen View**Ilustración 7***Gráfica de resultados del Horno 1 en la modelación*

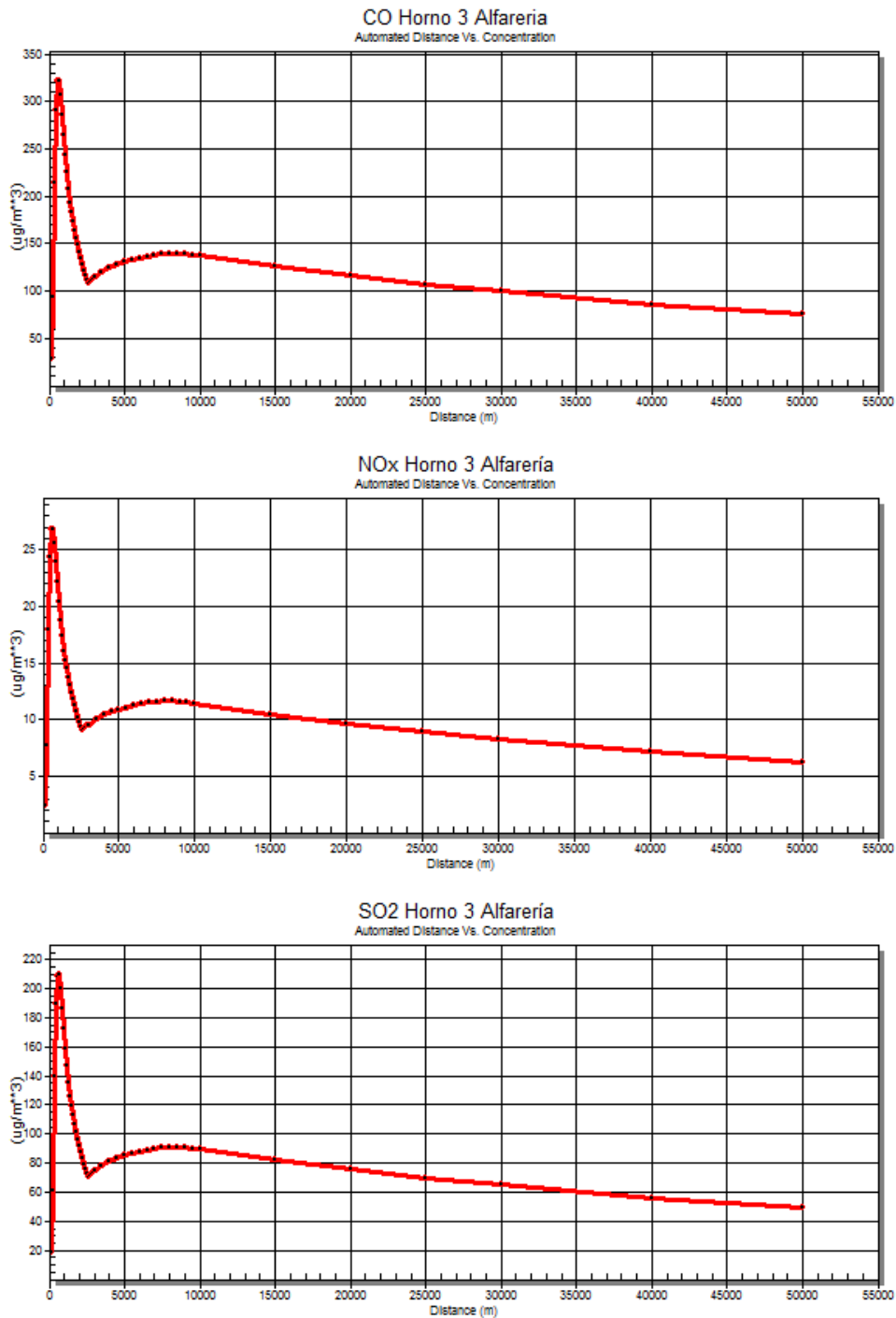
*Nota:* las gráficas presentes muestran las distancias de la dispersión y concentración de los contaminantes CO, NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>) y SO<sub>2</sub> del Horno 1 de Alfarería producto de la modelación con el software “Screen View”.

**Ilustración 8***Gráficas de resultados del Horno 2 en la modelación*

*Nota:* las gráficas presentes muestran las distancias de la dispersión y concentración de los contaminantes CO, NOx (NO<sub>2</sub>) y SO<sub>2</sub> del Horno 2 de Alfarería producto de la modelación con el software “Screen View”.

## Ilustración 9

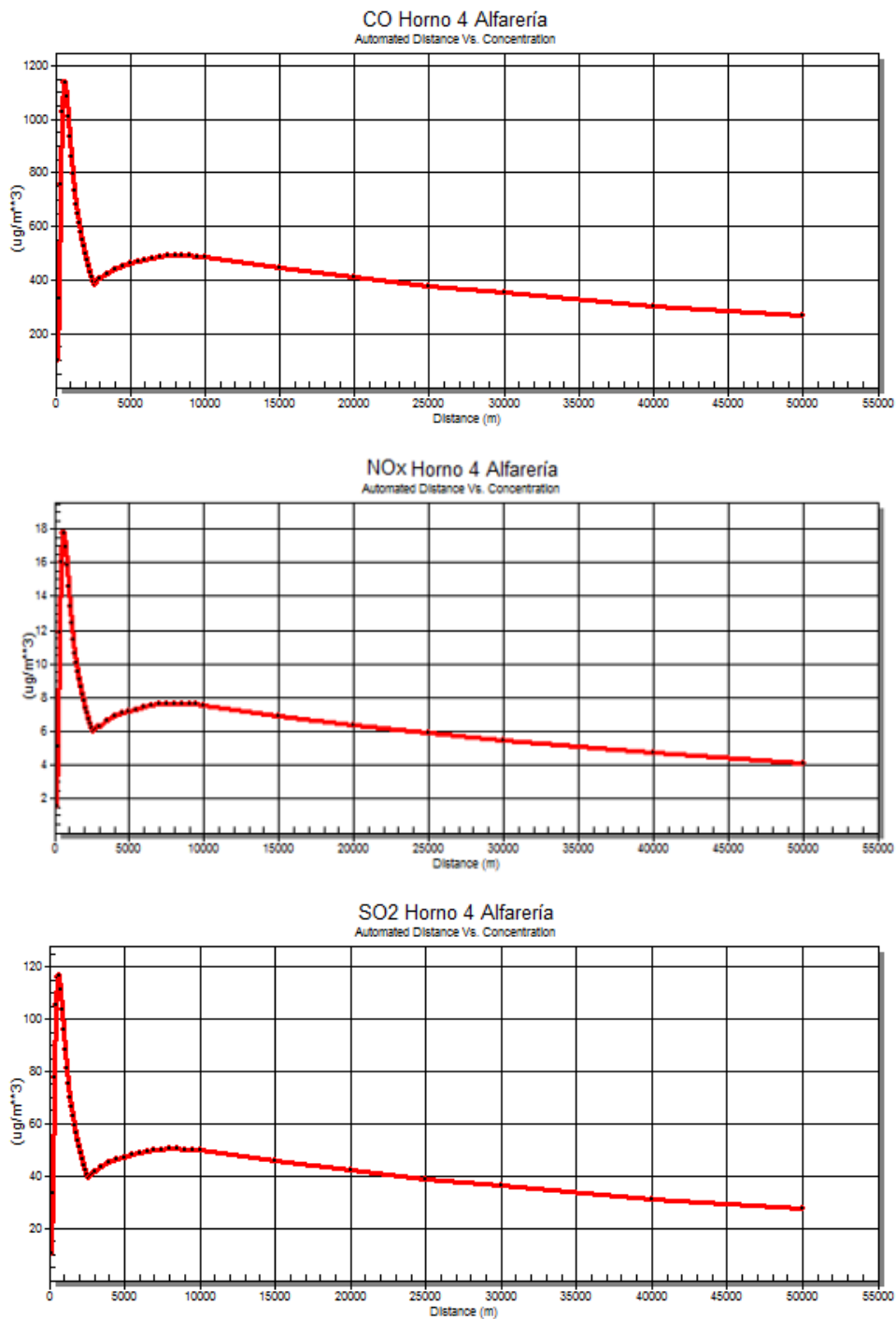
### Gráficas de resultados del Horno 3 en la modelación



*Nota:* las gráficas presentes muestran las distancias de la dispersión y concentración de los contaminantes CO, NOx (NO<sub>2</sub>) y SO<sub>2</sub> del Horno 3 de Alfarería producto de la modelación con el software “Screen View”.

### Ilustración 10

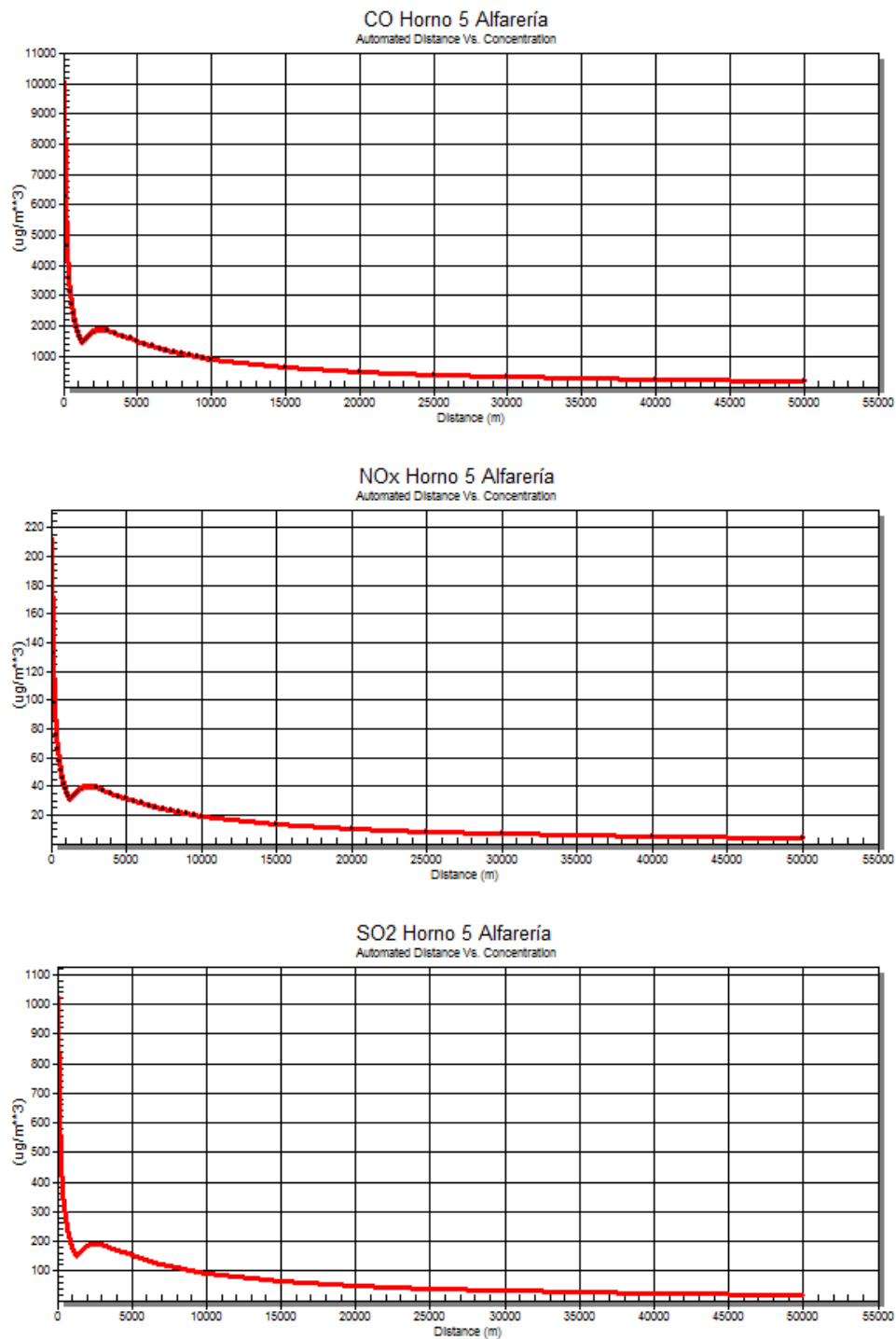
#### Gráficas de resultados del Horno 4 en la modelación



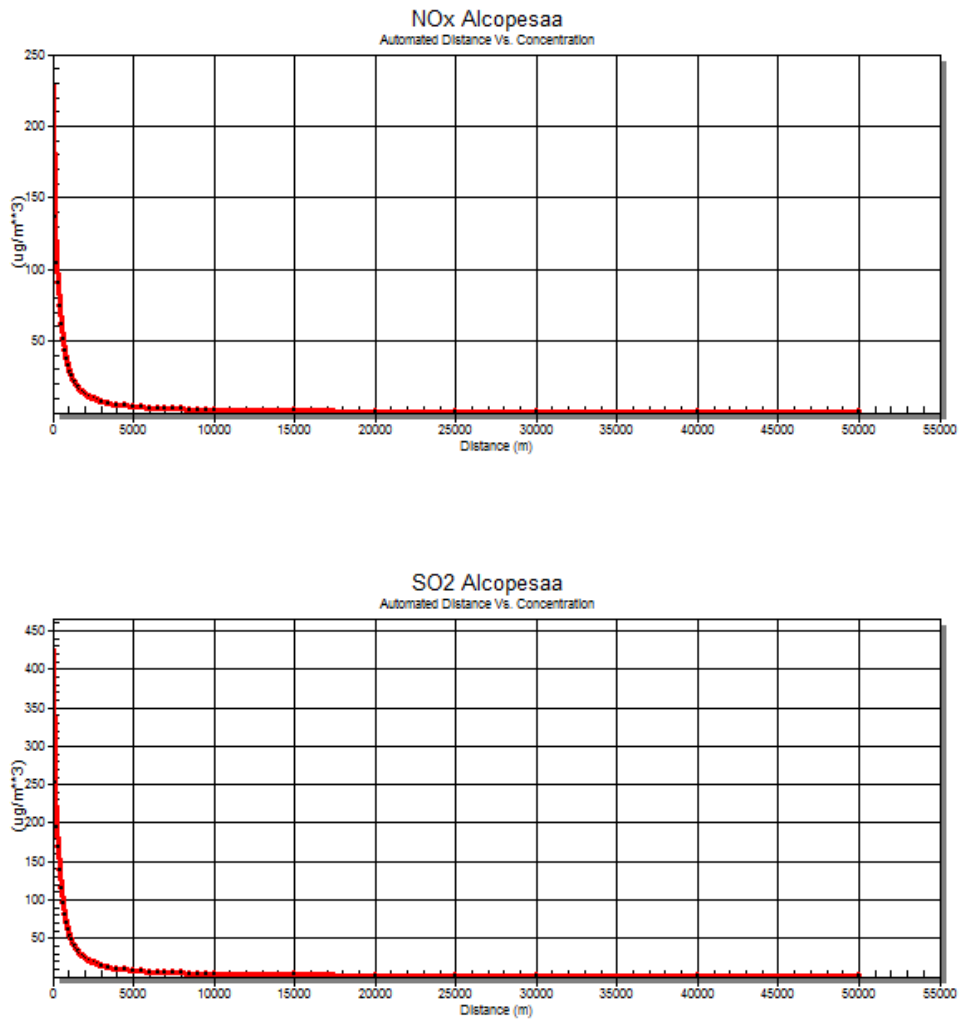
*Nota:* las gráficas presentes muestran las distancias de la dispersión y concentración de los contaminantes CO, NOx (NO<sub>2</sub>) y SO<sub>2</sub> del Horno 4 de Alfarería producto de la modelación con el software “Screen View”.

## Ilustración 11

### Gráficas de resultados del Horno 5 en la modelación



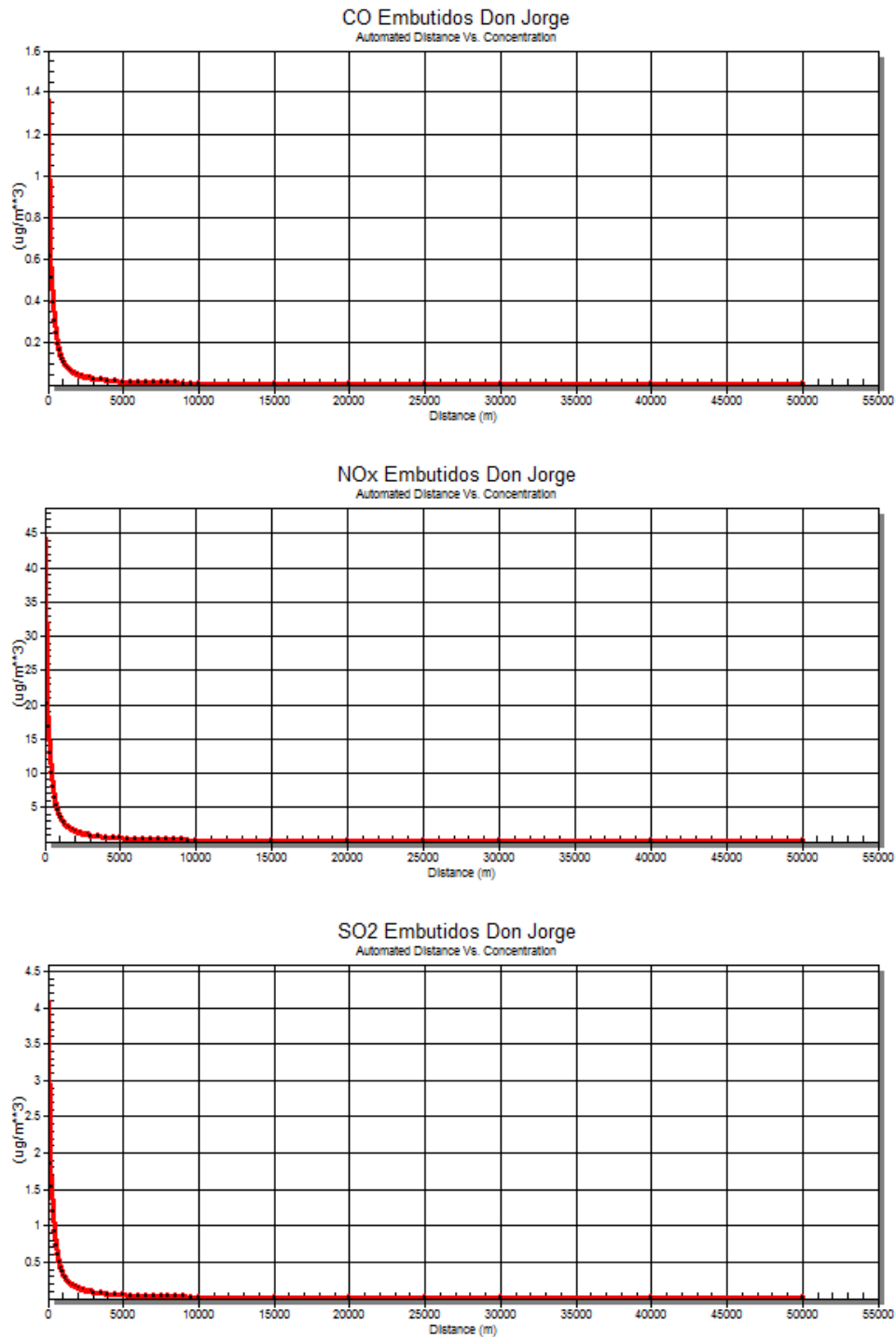
*Nota:* las gráficas presentes muestran las distancias de la dispersión y concentración de los contaminantes CO, NOx (NO<sub>2</sub>) y SO<sub>2</sub> del Horno 5 de Alfarería producto de la modelación con el software “Screen View”.

**Ilustración 12***Gráficas de resultados de Alcopesa en la modelación*

*Nota:* las gráficas presentes muestran las distancias de la dispersión y concentración de los contaminantes NOx (NO<sub>2</sub>) y SO<sub>2</sub> de la empresa “Alcopesa” producto de la modelación con el software “Screem View”.

**Ilustración 13**

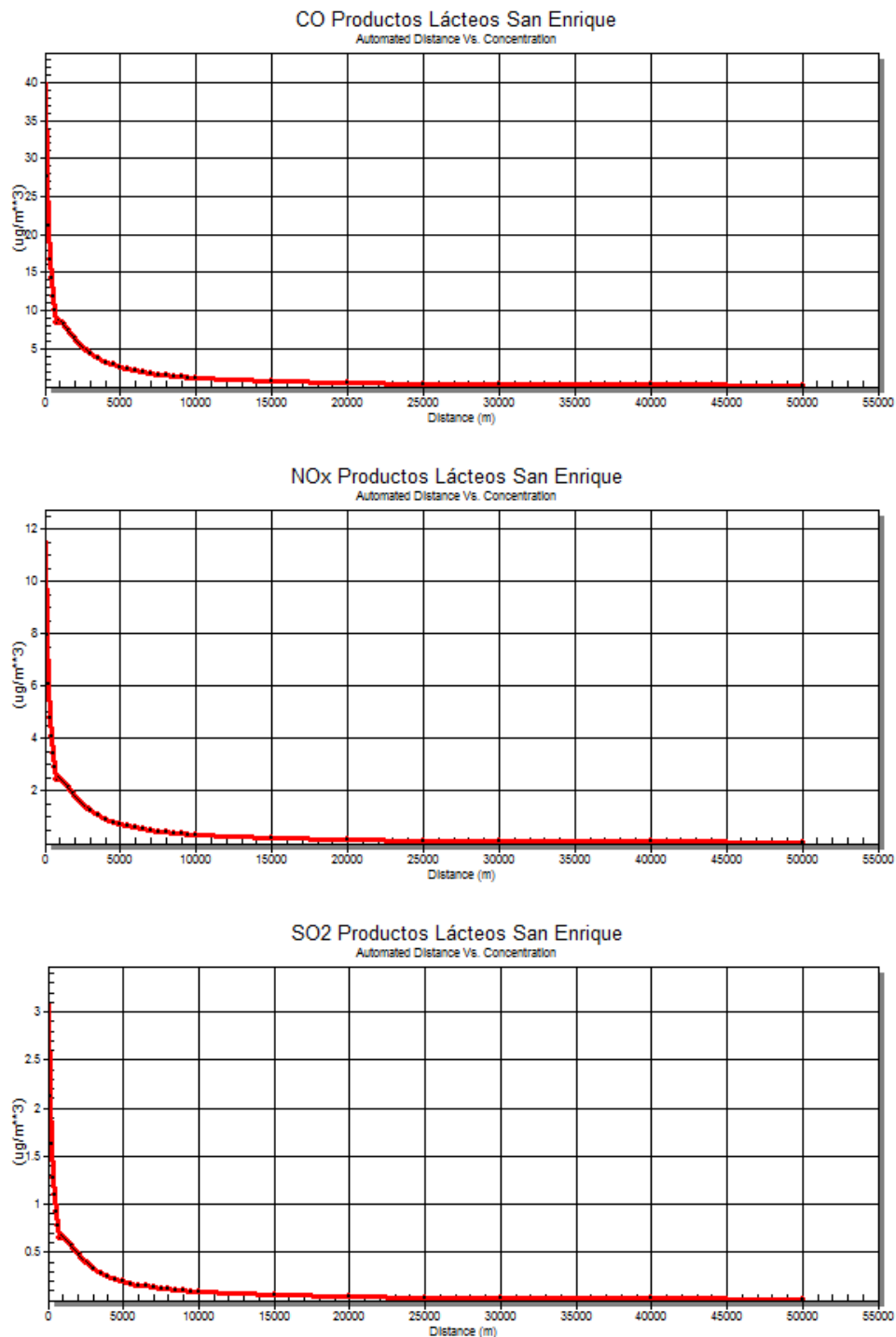
*Gráficas de resultados de embutidos “Don Jorge” en la modelación*



*Nota:* las gráficas presentes muestran las distancias de la dispersión y concentración de los contaminantes CO, NOx (NO<sub>2</sub>) y SO<sub>2</sub> de la empresa embutidos “Don Jorge” producto de la modelación con el software “Screen View”.

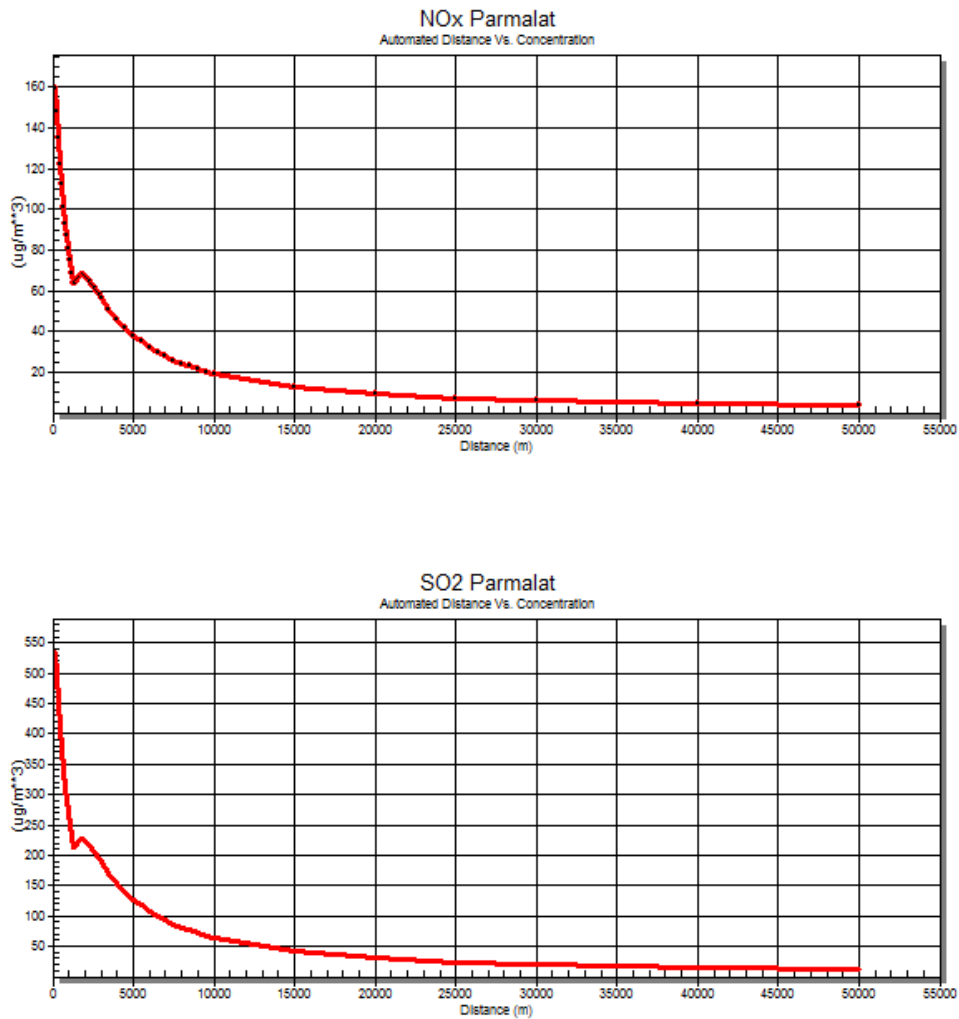
### Ilustración 14

Gráficas de resultados de productos lácteos “San Enrique” en la modelación

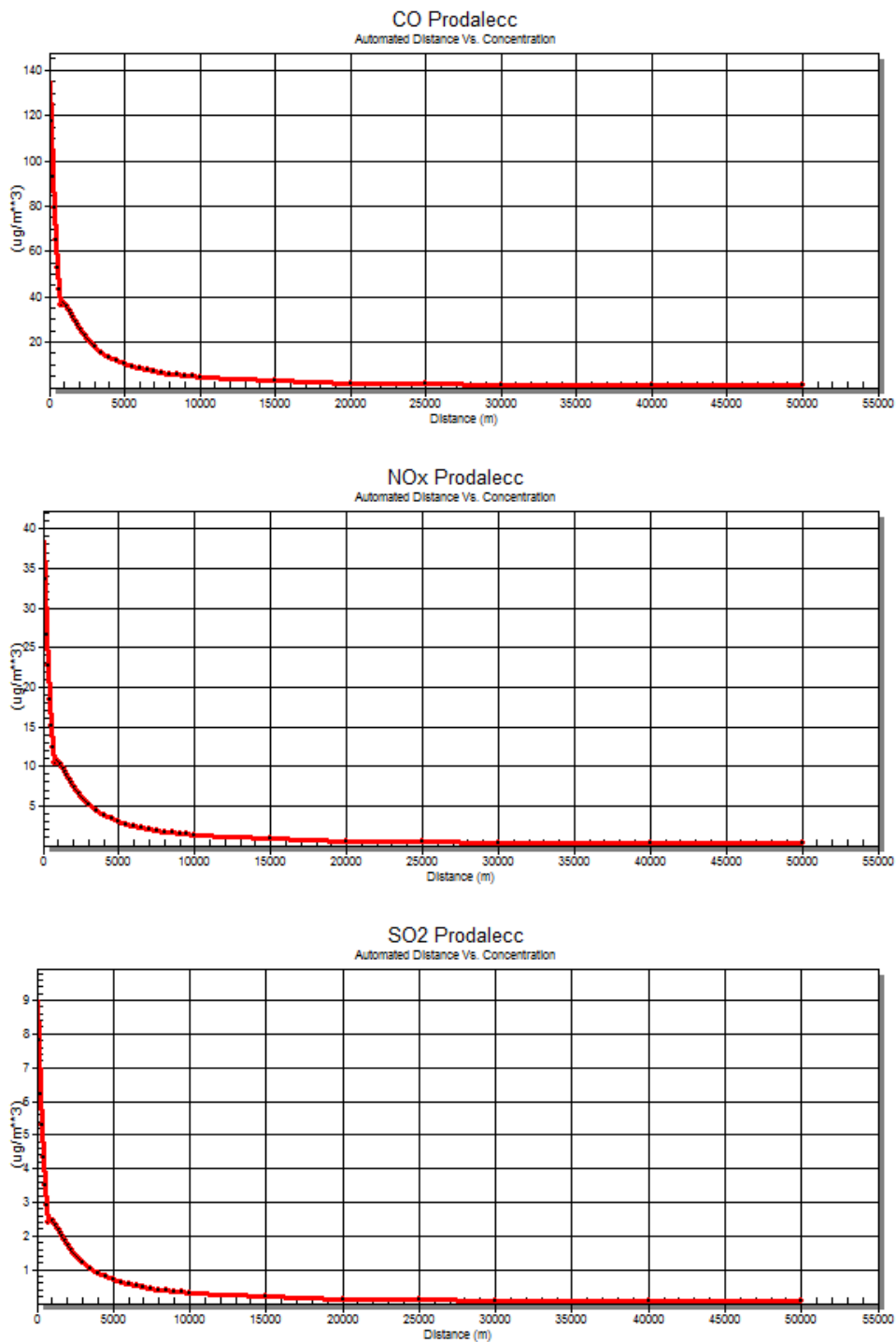


*Nota:* las gráficas presentes muestran las distancias de la dispersión y concentración de los contaminantes CO, NOx (NO<sub>2</sub>) y SO<sub>2</sub> de la empresa productos lácteos “San Enrique” producto de la modelación con el software “Screen View”.



**Ilustración 15***Gráficas de resultados de “Parmalat” en la modelación*

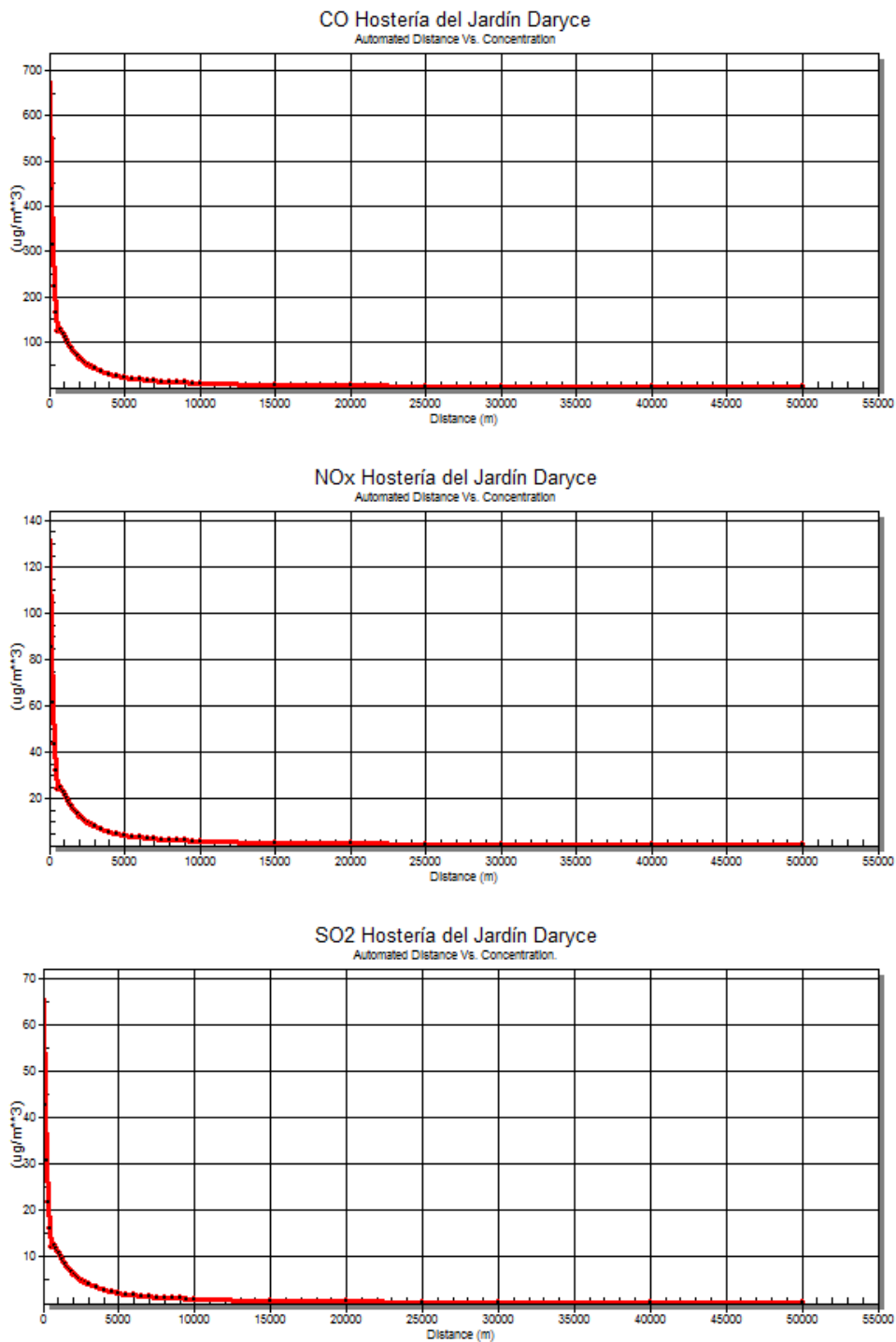
*Nota:* las gráficas presentes muestran las distancias de la dispersión y concentración de los contaminantes NOx ( $\text{NO}_2$ ) y  $\text{SO}_2$  de la empresa “Parmalat” producto de la modelación con el software “Screen View”.

**Ilustración 16***Gráficas de resultados de “Prodalecc” en la modelación*

*Nota:* las gráficas presentes muestran las distancias de la dispersión y concentración de los contaminantes CO, NOx (NO<sub>2</sub>) y SO<sub>2</sub> de la empresa “Prodalecc” producto de la modelación con el software “Screen View”.

**Ilustración 17**

Gráficas de resultados de la hostería del jardín “DARYCE” en la modelación



*Nota:* las gráficas presentes muestran las distancias de la dispersión y concentración de los contaminantes CO, NOx (NO<sub>2</sub>) y SO<sub>2</sub> de la hostería del jardín “DARYCE” producto de la modelación con el software “Screen View”.