



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

DETERMINACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES
EN LAS LADRILLERAS DE CHAMBO

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: DANIEL ALBERTO ÁLVAREZ CUADROS

DIRECTORA: Ing. MARÍA RAFAELA VITERI UZCÁTEGUI MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Daniel Alberto Álvarez Cuadros

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, DANIEL ALBERTO ÁLVAREZ CUADROS, declaro que el presente Trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 3 de febrero de 2022



Daniel Alberto Álvarez Cuadros

172320588-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El Trabajo de titulación; Tipo: Proyecto de Investigación. “**DETERMINACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES EN LAS LADRILLERAS DE CHAMBO**” realizado por el señor: **DANIEL ALBERTO ÁLVAREZ CUADROS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Carlos Rolando Rosero Erazo MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: CARLOS ROLANDO ROSERO ERAZO	2022-02-03
Ing. María Rafaela Viteri Uzcátegui MSc. DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN	 Firmado electrónicamente por: MARIA RAFAELA VITERI UZCATEGUI	2022-02-03
Ing. Juan Carlos González García MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: JUAN CARLOS GONZALEZ GARCIA	2022-02-03

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mis amados padres, la Sra. Carmen Cuadros y el Sr. Alberto Alvarez por el amor, la paciencia y el apoyo incondicional que me han brindado durante toda mi vida. A mi hermana Estefanía Alvarez, quienes han sido la luz que ilumina mi camino y me han enseñado que con perseverancia, fe y trabajo duro se puede salir adelante a pesar de las adversidades. A mi sobrina Antonella Salazar y familiares quienes son el motor para no rendirme y me han dado la motivación para seguir adelante y enseñarles que con esfuerzo los sueños se pueden lograr.

Daniel

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento infinito en primer lugar a Dios por permitirme cumplir esta meta tan importante, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a sus docentes por la formación brindada. A la Ing. Rafaela Viteri por la guía durante la elaboración de esta investigación. Al Ing. Juan Carlos Gonzales por su acompañamiento en este proceso y brindarme su tiempo como asesor del trabajo de titulación. A mi familia por la paciencia y el sacrificio hecho para que yo pueda cumplir mis sueños. A mi gran amigo el Dr. Fausto Yaulema por la amistad incondicional durante todos estos años, los consejos y el apoyo brindado en esta etapa.

Daniel

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	3
1.1. Problemática	3
1.2. Justificación	4

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS	5
2.1. Contaminación Ambiental	5
2.2. Contaminantes atmosféricos primarios	5
2.3. Efectos de la contaminación atmosférica regionalmente	5
2.3.1. <i>Contaminantes atmosféricos</i>	6
2.3.1.1. <i>Monóxido de carbono (CO)</i>	6
2.3.1.2. <i>Fuentes de exposición de CO</i>	6
2.4. Efectos de la contaminación atmosférica en la salud	6
2.5. Modelación de contaminación atmosférica	7
2.6. SCREEN VIEW	7
2.7. Fuentes de contaminación fijas o estacionarias	7
2.8. Calidad del aire en Chambo	7
2.9. Principales impactos de los gases emitidos en la cocción del ladrillo	8
2.10. La calidad del aire y la salud, según la oms (Organización Mundial de la Salud)	8
2.11. Valores referenciales	8
2.11.1. <i>CO en el ambiente según la OMS</i>	8

2.12.	Descripción de la actividad ladrillera	9
2.13.	Combustible utilizado para la elaboración de ladrillos	9
2.14.	Quema de leña	10
2.14.1.	<i>Principales contaminantes producidos al quemar leña</i>	10
2.15.	Descargas al medio ambiente en la actividad ladrillera	10
2.15.1.	<i>Principales impactos</i>	10

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	11
3.1.	Tipo de Investigación	11
3.2.	Área de estudio	11
3.3.	Descripción del Área de Estudio	12
3.4.	Determinación del dominio	13
3.5.	Selección de las ladrilleras a estudio.....	13
3.6.	Medición de contaminantes	13
3.7.	Toma de datos para la simulación	13
3.8.	Simulación de la dispersión	14
3.9.	Representación gráfica de la dispersión de contaminantes	15
3.10.	Cálculo de la incertidumbre	16
3.11.	Coefficiente de Pearson.....	16
3.12.	Elaboración del plan para las estrategias para la reducción de las cargas contaminantes	17
3.12.1.	<i>Diagnóstico Participativo</i>	17

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	18
4.1.	Identificación del área de estudio	18
4.2.	Determinación de emisión de CO y NO	19
4.2.1.	<i>Emisión de NO</i>	19
4.2.2.	<i>Emisión de CO</i>	32
4.3.	Validación de datos - Índice de Incertidumbre de CO	47
4.4.	Validación de datos - Índice de Incertidumbre de NO	48
4.5.	Determinación de dispersión de CO	49
4.5.1.	<i>CO en la ladrillera 1</i>	50

4.5.2.	<i>CO en la ladrillera 2</i>	50
4.5.3.	<i>CO en la ladrillera 3</i>	51
4.5.4.	<i>Dispersión de NO emitido en las ladrilleras en el área urbana</i>	52
4.6.	Determinación de dispersión de NO	53
4.6.1.	<i>NO en la ladrillera 1 día 1</i>	53
4.6.2.	<i>NO en la ladrillera 1 día 2</i>	54
4.6.3.	<i>NO en la ladrillera 1 día 3</i>	54
4.6.4.	<i>Dispersión de NO emitido en las ladrilleras en el área urbana</i>	55
4.7.	Correlación de la Dispersión con los Monitoreos de NO	56
4.8.	Correlación de la Dispersión con los Monitoreos de CO	57
4.9.	Estrategias para la reducción de las cargas contaminantes emitidas en las chimeneas de los hornos a cielo abierto	58
4.9.1.	<i>Prácticas de Producción recomendables para una disminuir la emisión de los contaminantes</i>	58
CONCLUSIONES		60
RECOMENDACIONES		61
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Límites de CO en el ambiente según la OMS	8
Tabla 1-3:	Coordenadas Geográficas Ladrilleras.....	13
Tabla 2-3:	Datos de entrada en el software Screen View	14
Tabla 1-4:	Concentración de NO en la Ladrillera 1	19
Tabla 2-4:	Concentración de NO en la Ladrillera 2	24
Tabla 3-4:	Concentración de NO en la Ladrillera 3	28
Tabla 4-4:	Concentración de CO en la Ladrillera 1	33
Tabla 5-4:	Concentración de CO en la Ladrillera 2	37
Tabla 6-4:	Concentración de CO en la Ladrillera 3	42
Tabla 7-4:	Índice de Incertidumbre de CO	47
Tabla 8-4:	Índice de Incertidumbre de NO	48
Tabla 9-4:	Coeficiente de correlación de Pearson.....	56
Tabla 10-4:	Coeficiente de correlación de Pearson.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Etapas de la Actividad	9
Figura 1-3:	Mapa de ubicación de Barrio San Juan del Cantón Chambo	12
Figura 1-4:	Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	18
Figura 2-4:	Mapa de dispersión de NO.....	52
Figura 3-4:	Mapa de dispersión de NO.....	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al valor guía del Acuerdo Ministerial 097-A.....	20
Gráfico 2-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible establecido por la OMS en el día 1.....	21
Gráfico 3-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible establecido por la OMS en el día 2.....	22
Gráfico 4-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible establecido por la OMS en el día 3.....	23
Gráfico 5-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible OMS establecido por la OMS en el día 4	24
Gráfico 6-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al valor guía del Acuerdo Ministerial 097-A.....	25
Gráfico 7-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible OMS establecido por la OMS en el día 1	26
Gráfico 8-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible OMS establecido por la OMS en el día 2	27
Gráfico 9-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible OMS establecido por la OMS en el día 3	27
Gráfico 10-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible establecido por la OMS en el día 4.....	28
Gráfico 11-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al valor guía del Acuerdo Ministerial 097-A.....	29
Gráfico 12-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible de la OMS en el día 1	30
Gráfico 13-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible establecido por la OMS en el día 2.....	31
Gráfico 14-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible establecido por la OMS en el día 3.....	31
Gráfico 15-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible establecido por la OMS en el día 4.....	32
Gráfico 16-4:	Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al valor Permisible del Acuerdo Ministerial 097-A en los 4 días de monitoreo.....	33

Gráfico 17-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al valor Permisible del Acuerdo Ministerial 097-A en el día 1	34
Gráfico 18-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permisible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 2.....	35
Gráfico 19-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permisible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 3.....	36
Gráfico 20-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permisible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 4.....	36
Gráfico 21-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al valor Permisible del Acuerdo Ministerial 097-A en el día 1	38
Gráfico 22-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al valor Permisible del Acuerdo Ministerial 097-A en el día 1	39
Gráfico 23-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permisible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 2.....	40
Gráfico 24-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permisible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 3.....	41
Gráfico 25-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permisible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 4.....	41
Gráfico 26-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al valor Permisible del Acuerdo Ministerial 097-A en el día 1	43
Gráfico 27-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al valor Permisible del Acuerdo Ministerial 097-A en el día 1	44
Gráfico 28-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permisible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 2.....	45
Gráfico 29-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permisible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 3.....	45
Gráfico 30-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permisible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 4.....	46
Gráfico 31-4: Índice de Incertidumbre.....	47
Gráfico 32-4: Índice de Incertidumbre.....	49
Gráfico 33-4: Dispersión de CO desde la fuente hasta los 100 metros.....	50
Gráfico 34-4: Dispersión de CO desde la fuente hasta los 100 metros.....	50
Gráfico 35-4: Dispersión de CO desde la fuente hasta los 100 metros.....	51
Gráfico 36-4: Dispersión de NO desde la fuente hasta los 100 metros.....	53
Gráfico 37-4: Dispersión de NO desde la fuente hasta los 100 metros.....	54
Gráfico 38-4: Coeficiente de correlación de Pearson	56

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: MONITOREO DE GASES EN LA LADRILLERA 1

ANEXO B: MONITOREO DE GASES EN LA LADRILLERA 2

ANEXO C: MONITOREO DE GASES EN LA LADRILLERA 3

ANEXO D: MONITOREO DE FLUJO DE LOS CONTAMINANTES

ANEXO E: MONITOREO DE GASES DÍA 2

ANEXO F: TABLA DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS CONTAMINANTES EN LA
LADRILLERA 1

ANEXO G: TABLA DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS CONTAMINANTES EN LA
LADRILLERA 2

ANEXO H: TABLA DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS CONTAMINANTES EN LA
LADRILLERA 3

ANEXO I: INFORME DEL EQUIPO ALTAIR

ANEXO J: DATOS METEOROLÓGICOS PROMEDIO POR LADRILLERA

RESUMEN

En la presente investigación se determinó la dispersión de contaminantes emitidos por hornos a cielo abierto ubicados en el barrio San Juan del cantón Chambo, se ha identificado setenta ladrilleras dentro de la zona urbana del cantón y catorce dentro del mencionado barrio, se utilizó muestreo por conveniencia y se identificó tres ladrilleras esparcidas dentro del área de estudio; se realizó su respectivo monitoreo, el cual tuvo lugar en cuatro días necesarios para la cocción y fabricación del ladrillo en los hornos del Barrio San Juan. En el monitoreo realizado se determinaron la concentración de los gases emitidos, altura de las chimeneas, velocidad del viento, temperatura del horno, así como las condiciones meteorológicas; las tomas de muestras fueron continuas durante cinco horas de acuerdo con lo que menciona la norma; se utilizó el programa Screen View para modelar la dispersión atmosférica de los contaminantes, así como el programa Arquis para realizar el mapa de la dispersión atmosférica. Para validar los datos del monitoreo en campo con los datos del programa informático, se utilizó el índice de Pearson, el cual corroboró que tiene una correlación positiva entre la cocción del ladrillo y las condiciones meteorológicas. Se concluyó que los niveles de emisión CO fueron de 251,78 ppm y NO de 96.83 ppm, y se encuentran fuera de los límites permisibles; en contraste con el modelamiento de la dispersión de los contaminantes, se obtuvieron tres rangos o niveles de contaminación altos, medios y bajos; esto se contrasta con el índice de Pearson, por lo que es importante tomar medidas correctivas para disminuir los niveles de estas ladrilleras. Se recomienda implementar un plan de mejoras para reducir la contaminación que generan los hornos, ya que las ladrilleras son informales, presentan fases de fabricación limitados, hornos deficientes en su capacidad y estructuralmente; y presentan equipos rudimentarios.

Palabras clave: <LADRILLERAS>, <GASES CONTAMINANTES>, <CHIMENEAS>, <MONITOREO AMBIENTAL>, <CO (MONÓXIDO DE CARBONO)>, <NO (ÓXIDO DE NITRÓGENO)>, <ATMOSFERA>, <FACTORES METEOROLÓGICOS>.

LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.02.16 17:57:36 -05'00'



0303-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The current research determined the pollutant dispersion emitted by open-air kilns located in San Juan neighborhood, Chambo county, seventy brick kilns have been identified within the urban area of the county and fourteen within this specific neighborhood, convenience sampling was used and three brickyards were identified within the study area; so, it was necessary to carry out their respective monitoring which lasted four days and consisted on the manufacture of the brick and its firing in the Kilns located in San Juan neighborhood. In the monitoring carried out, the concentration of the gases emitted, the height of the chimneys, the speed of the wind, the temperature of the Kilns as well as the meteorological conditions were determined; The sampling process was permanent during five hours according the standard; The Screen View program was used to model the atmospheric dispersion of pollutants, as well as the Arquis program to create the atmospheric dispersion map. To validate the field monitoring data with the data from the computer program, it was necessary to use the Pearson index which confirmed the positive correlation existing between brick firing and weather conditions. It was concluded that the CO emission levels were 251.78 ppm and NO 96.83 ppm, this values are out of the permissible limits; In contrast to the pollutant dispersion modeling, three high, medium and low pollution ranges or levels were obtained; this is contrasted with the Pearson index, so it is important to take corrective measures in order to reduce the levels of these brickyards. It is recommended to implement an improvement plan to reduce the pollution generated by the kilns, since these brickyards are informal, have limited manufacturing phases, kilns that are deficient in their capacity and structure; and usage of rudimentary equipment.

Keywords: <BRICK KILNS>, <POLLUTING GASES>, <CHIMNEYS>, <ENVIRONMENTAL MONITORING>, <CO (CARBON MONOXIDE)>, <NO (NITROGEN OXIDE)>, <ATMOSPHERE>, <METEOROLOGICAL FACTORS>.



Firmado electrónicamente por:
**PAUL ROLANDO
ARMAS PESANTEZ**

INTRODUCCIÓN

Una de las mayores actividades de subsistencia de la población de Chambo es la producción de ladrillo, esta actividad genera problemas ambientales y daños a la salud por las emisiones tóxicas de gases, olores que dificultan la respiración, y alteraciones del paisaje. Así, durante el proceso de cocción de ladrillos se utilizan como combustibles la madera misma que se convierte luego en la principal fuente de contaminación, ya que los hornos emiten grandes cantidades de gases generado por la combustión, estos contaminantes están compuestos por óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre, compuestos orgánicos totales, partículas en suspensión, compuestos orgánicos volátiles. Estos tóxicos del aire emitidos por las empresas ladrilleras son particularmente preocupantes porque se desgravan muy lentamente, algo más, estas sustancias pueden permanecer en el. Si bien el ladrillo del cantón Chambo se ha convertido en un referente de calidad a nivel nacional, no obstante, su fabricación artesanal puede acarrear muchos problemas, uno de ellos la emisión de CO (Elizabeth, 2018, p.72).

Esto se contrasta con los datos que muestra la INEC que relaciona la población con la actividad de fabricación de ladrillos ya que es un vínculo con el sector primario, por lo que este tiene un porcentaje de 45,54 % del total de población que se denomina como económicamente activa según afirma PDOT Chambo (2014, p.23). La mayoría de los fabricantes artesanos, que no cuentan con un sistema de mitigación o control de emisiones de gases.

En Ecuador al revisar el estado del arte no se han realizado estudios sobre emisión de contaminantes de ladrilleras, solo se han producido estudios sobre depredación para la producción de ladrillos o del mejoramiento de la calidad de los mismos, por lo que la información que se genera en este estudio, permitirá tener una idea de cuál es el grado de contaminación en el barrio San Juan, producto de la elaboración de ladrillos, debido a que su cocción generan contaminantes atmosféricos, y a ciertas concentraciones pueden provocar daños ambientales (Quezada, 2008, p.54).

OBJETIVOS

❖ Objetivo General

- Simular la dispersión de contaminantes atmosféricos emitidos por hornos a cielo abierto ubicados en el barrio San Juan-cantón Chambo.

❖ Objetivos Específicos

- Determinar los niveles de emisión de CO y NO generados por los hornos usados en la cocción de ladrillo.
- Modelar la dispersión de los contaminantes atmosféricos mediante con herramientas computacionales.
- Determinar estrategias para la reducción de las cargas contaminantes emitidas en las chimeneas de los hornos a cielo abierto.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Problemática

Una de las mayores actividades de subsistencia de la población de Chambo es la producción de ladrillo, esta actividad genera problemas ambientales y daños a la salud por las emisiones tóxicas de gases, olores que dificultan la respiración, y alteraciones del paisaje. Así, durante el proceso de cocción de ladrillos se utilizan como combustibles la madera misma que se convierte luego en la principal fuente de contaminación, ya que los hornos emiten grandes cantidades de gases generado por la combustión, estos contaminantes están compuestos por óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre, compuestos orgánicos totales, partículas en suspensión, compuestos orgánicos volátiles. Estos tóxicos del aire emitidos por las empresas ladrilleras son particularmente preocupantes porque se desgravan muy lentamente, algo más, estas sustancias pueden permanecer en el. Si bien el ladrillo del cantón Chambo se ha convertido en un referente de calidad a nivel nacional, no obstante, su fabricación artesanal puede acarrear muchos problemas, uno de ellos la emisión de CO.

Siendo este el más peligroso debido a que es producto de combustiones incompletas, a su vez si se presenta en altas concentraciones puede causar afectaciones que alteren el porcentaje de carboxihemoglobina. Siendo la Carboxihemoglobina, la unión de un gas tóxico, el monóxido de carbono, con la hemoglobina, la proteína de la sangre que transporta el oxígeno. Cuando hay presencia de monóxido de carbono, mucho más afín a la hemoglobina que el oxígeno, ocupa los lugares que tendría que ocupar éste, desplazándolo en el transporte sanguíneo.

La carboxihemoglobina nos quita el oxígeno, que es una de nuestras moléculas de la vida, el no tener oxígeno implica una serie de situaciones negativas para el metabolismo de las células y se ha comprobado que una saturación de carboxihemoglobina por encima del 10% puede provocar efectos sobre la función psicomotora que se manifiesta con síntomas de cansancio, cefaleas y alteraciones de la coordinación. Por encima del 5% de saturación se producen cambios funcionales cardíacos y pulmonares y se aumenta el umbral visual, mientras que no se han encontrado pruebas que indiquen efectos significativos con una concentración de carboxihemoglobina inferior al 2%.

En nuestro país al revisar el estado del arte no se han realizado estudios sobre emisión de contaminantes de ladrilleras, solo se han producido estudios sobre depredación para la producción de ladrillos o del mejoramiento de la calidad de los mismos.

1.2. Justificación

El cantón Chambo ubicado en la provincia de Chimborazo se ha caracterizado durante décadas por ser uno de los mayores productores de ladrillo a nivel regional, sin embargo, el mal manejo del proceso de quema, la falta de infraestructura adecuada y el déficit de conocimientos técnicos hacen que esta actividad sea causante de parte de la contaminación atmosférica de esta región debido a la gran cantidad de hornos que se encuentran distribuidos en varias parroquias y barrios del cantón. El uso de combustibles de baja calidad como la madera hacen que disminuya la eficiencia del proceso y aumenten los efectos perjudiciales para la salud y el ambiente por los flujos gaseosos que se generan, mismos que están compuestos de material particulado, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, entre otros; siendo complicado controlar las emisiones que se dan durante la cocción de los ladrillos.

Las distintas ladrilleras del cantón se encuentran en constante funcionamiento, además de ello, los moradores en general transitan por estos lugares a diario; en el estudio se planteó determinar los niveles de CO, conociendo las concentraciones de emisión en las zonas aledañas a las ladrilleras de mayor producción y además se determinó posibles síntomas de enfermedades producto del aumento de niveles de carboxihemoglobina en la sangre, es un estudio importante porque nos permite determinar la emisión proveniente de las ladrilleras ubicadas en el cantón Chambo.

En este contexto, se busca recolectar datos de las emisiones de CO que producen los hornos de ladrillos para a partir de estos realizar un modelado atmosférico por medio de la interfaz de Screen View 4.0.1, este describe un modelo Gaussiano que da a conocer la máxima concentración en un rango de distancia determinado.

Además, la relevancia de este trabajo radica en la delimitación de las zonas de influencia directa e indirecta a partir de la modelación atmosférica y conocer la percepción actual que tiene la población respecto a los efectos de los contaminantes generados, así como afecciones y molestias presentadas sobre la salud de los habitantes a través de una encuesta propuesta. Con esto se pretende generar información sobre las condiciones que puede generar esta pequeña industria y la posible formulación de políticas públicas que ayuden a regular esta actividad.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Contaminación Ambiental

La contaminación atmosférica es principalmente la presencia de sustancias que por su composición generan cambios en la naturaleza de la misma, ya que estos cambios se dan tanto a nivel físico como químico. Principalmente su concentración y permanencia en la atmosfera determina los efectos nocivos que puede crear en la salud humana, además del ambiente que lo rodea por lo cual contribuyen al cambio climático (Adame, 2010, p.12). Dicha contaminación proviene en general por factores de tipo natural y de tipo antropogénico, estas últimas son las que inciden en la mayor afectación (Almirón., 2013, p.22).

2.2. Contaminantes atmosféricos primarios

Se consideran contaminantes primarios aquellos que se emiten directamente hacia la atmosfera sin importar su procedencia ya sea natural o de una actividad antropogénica; por lo que es relevante destacar aquellas partículas que se emiten en forma de aerosoles o partículas. Sin embargo, existen también contaminantes primarios complejos que pueden estar conformados de varias sustancias ya sean sólidas, líquidas, pues se generan a partir de fuentes como el polvo, humo, etc. Entre los principales contaminantes primarios están el CO (monóxido de carbono), NOx (óxidos de nitrógeno), PM (partículas en suspensión), COVs (compuestos orgánicos volátiles) e incluso pueden contener trazas de metales pesados (Aragon, 2011, p.17).

2.3. Efectos de la contaminación atmosférica regionalmente

Los gases de efecto invernadero son los principales causantes del cambio climático a nivel regional, como mundial. En el continente americano existes un 8% de generación de estos gases lo que contribuye al efecto invernadero, además que la contaminación también repercute sobre materiales inertes lo cual inicia un efecto domino entre el contaminante y el agente donde se acumula (ASTDR, 2018, p.9).

2.3.1. Contaminantes atmosféricos

La contaminación atmosférica es más evidente pues se genera una niebla no natural toxica, que flota en las urbes, por lo que se pueden clasificar como de tipo visible e invisible. Por lo general se considera contaminación atmosférica a cualquier sustancia-gas que provenga de una actividad antrópica y genere un efecto perjudicial para la biosfera (Baquero, 2013, p.31). Para un análisis de la contaminación que se genera se toma al CO y CO₂ como estándares ya que son los que mayores efectos ambientales generan (CCE, 2016, p.19).

2.3.1.1. Monóxido de carbono (CO)

Es un gas menos denso que el aire y está constituido por un solo átomo de carbono en conjunto de uno de oxígeno, además de poseer propiedades como ser incoloro, inodoro e insípido (Heredia, 2014). Su mayor emisión proviene de las actividades humanas por la combustión incompleta que se genera en los automotores usados para la movilización de las personas, también proviene de la combustión de materia organica como la madera, carbono entre otros (Aguirre y Machado, 2015, p. 41). El CO se genera principalmente actividades como la reacción ante un cambio de temperatura elevado entre el CO₂, combustión incompleta del carbono o la oxidación del metano en la atmosfera que ocurre en un proceso anaerobio en un fermentador (Iparraguirre, 2016, p.29).

Es importante mencionar que el CO puede ocasionar la muerte si se respira este gas por periodos de tiempo prolongados, ya que las personas que se encuentran expuestas y lo inhalan no presentan sintomatología inmediata de la intoxicación por este gas (Durán, 2015, p.11).

2.3.1.2. Fuentes de exposición de CO

Las fuentes más relevantes que generan CO de tipo antrópico son:

- Gases provenientes del escape de un automotor que posee un motor de combustión interna.
- Combustión incompleta dentro de hornos mediante el uso de combustible de tipo orgánico.
- Actividades de cocción en hornillas, estufas y calefones.
- Incendios de zonas forestales y de tipo urbano.
- Humo por fumar tabaco.
- La sinterización de removedores de pintura con cloruro de metileno (Diaz, 2015, p.52).

2.4. Efectos de la contaminación atmosférica en la salud

La interacción entre la contaminación atmosférica y la salud humana por exposición es bastante

compleja de conceptualizar y bastante imprecisa. La contaminación atmosférica se liga primordialmente a las afecciones pulmonares y ataques al corazón, además se hallan pruebas de crecimiento de derrames cerebrales y cáncer de pulmón (Erazo, 2013, p.20).

2.5. Modelación de contaminación atmosférica

Los modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos se utilizan en las evaluaciones de efecto ambiental, para dichos modelos se piensan 2 fines primordiales, el primero es la evaluación previa a la emisión de contaminantes que logren perjudicar la calidad del viento; el segundo es que permiten hacer predicciones de la contaminación de forma preventiva; es así como la modelación posibilita la evaluación de impactos sobre el medio (Espinoza, 2014, p.55).

2.6. SCREEN VIEW

Screen View es un modelo de detección de la EPA Estados Unidos que se caracteriza por su simple implementación. Los resultados de salida además tienen la posibilidad de demostrar en escrito y con un gráfico de coordenadas XY, estos gráficos se crean automáticamente luego de la ejecución del modelo; la interfaz crea un documento donde se hallan los gráficos que presentan la concentración de los contaminantes ante la distancia a favor del aire (Lakes Environmental, 2018, p.17).

2.7. Fuentes de contaminación fijas o estacionarias

Toda instalación en donde se desarrollan procesos industriales, de servicio, comerciales o toda aquella actividad que crea o podría generar emisiones contaminantes a la atmósfera. (Aguirre y Machado, 2015, p.44). En el caso de la presente búsqueda el enfoque será únicamente a las fuentes fijas de contaminación atmosférica presentes en el Cantón Chambo, es decir, empresas o actividades que empleen hornos (fuente fija) para su producción, por donde emiten de forma directa los contaminantes a la atmósfera, produciendo alteraciones a la misma.

2.8. Calidad del aire en Chambo

El viento del cantón Chambo se está contaminado en su mayoría en los últimos años, gracias a la proliferación indiscriminada de fábricas de ladrillos, en el proceso de construcción de ladrillo consta la fase de cocción, la cual se lo hace en monumentales hornos con capacidad de 20.000 ladrillo o más, los cuales tienen que ser cocinados por ciertos días, a lo largo de las 24 horas del

día con la quema de leña de árboles de eucalipto, esa cocción genera monumentales emanaciones de gases que contamina el viento (PDOT Chambo, 2014, p.25).

2.9. Principales impactos de los gases emitidos en la cocción del ladrillo

Principalmente las emisiones de humos que proceden de los hornos en la fase de cocción que ocasionan efectos directos e indirectos sobre la salud humana, la flora, la fauna, los cuerpos de agua, y contribuyen al calentamiento global universal. En el segundo caso pues la explotación de las canteras genera excavaciones que no únicamente están afectando el paisaje sino además la composición y configuración del lote provocando deforestación, pérdida de la capa provechosa del suelo, y erosión (Jaya, 2012, p.31).

2.10. La calidad del aire y la salud, según la OMS (Organización Mundial de la Salud)

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud la contaminación atmosférica constituye un peligro ambiental para la salud, y se cree que causa cerca de 2 millones de muertes prematuras al año internacionalmente; cuanto menor sea la contaminación atmosférica de una urbe, mejor va a ser la salud respiratoria (a corto y a extenso plazo) y la cardiovascular de su población, se calcula que la contaminación del viento de interiores causa alrededor de 2 millones de muertes prematuras, la mayor parte en las naciones en desarrollo, casi la mitad de aquellas muertes se tienen que a neumonía en menores de 5 años (AEROQUAL, 2013, p.36).

2.11. Valores referenciales

2.11.1. CO en el ambiente según la OMS

Comúnmente, la hemoglobina en la sangre lleva el oxígeno por el cuerpo humano. En presencia de CO en el viento, está más grande afinidad causa escasez de oxígeno en la sangre (Durán, 2015, p.19).

Tabla 1-2: Límites de CO en el ambiente según la OMS

Efectos sobre la salud	Nivel de efecto observable ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Factor de incertidumbre	Valor Guía (ppm)	Tiempo promedio de exposición
Nivel crítico de COHb < 2,5 %	n.a	n.a	8,7	8 horas

Fuente: (EMOV, 2015).

2.12. Descripción de la actividad ladrillera

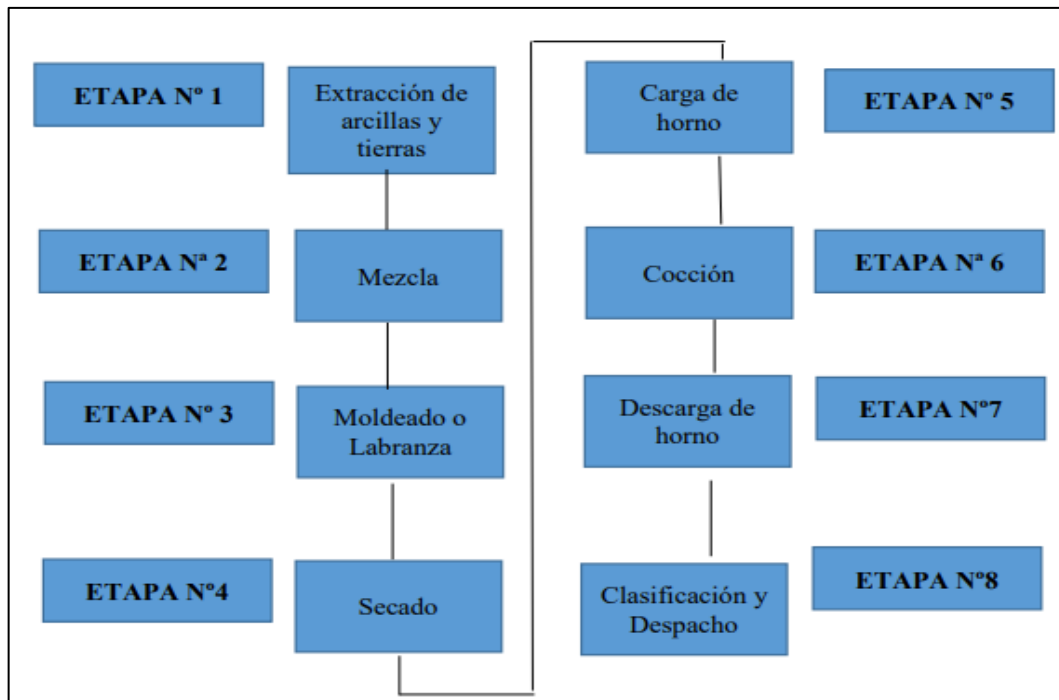


Figura 1-2: Etapas de la Actividad

Fuente: (Ministerio de Producción, 2010).

2.13. Combustible utilizado para la elaboración de ladrillos

En el proceso de preparación del ladrillo intervienen una secuencia de materiales utilizados en el encendido del horno y subsiguiente quema, es habitual usar los materiales que se describen en seguida:

- **Llantas de Automóviles desechados:** Este material junto con los artículos de plástico son los más contaminantes de todos los utilizados como combustible pues su quema crea a partir de una alta proporción de partículas hasta humos enormemente tóxicos de peligro cancerígeno.
- **Materiales de Plástico:** son los materiales con mayor toxicidad, pues al quemarse emiten gran cantidad de CO.
- **Leña:** Su uso es recurrente pues es de fácil acceso, lo que ocasiona que varias personas se dedican a buscar leña en los alrededores para venderla las ladrilleras.
- **Aserrín y viruta de madera:** la viruta es usada como complemento para precipitar el encendido y avivar el fuego. Se adquieren en los aserraderos y depósitos de madera de la localidad (Arias y Arias, 2014, p.52).

Los combustibles utilizados en el sector ladrillero después de algunas visitas a diferentes sitios se ha constatado que el combustible más utilizado para el encendido de los hornos y la continuación de la quema es la leña de Eucaliptus glóbulos por su facilidad de obtención, debido a que esta es la más comercializada y despachada en las fábricas de forma directa (Maza, 2011, p.33).

2.14. Quema de leña

Estar expuesto al humo de leña de forma eventual puede provocar únicamente inconvenientes menores y reversibles en la salud, estar expuesto de forma continua y diaria puede provocar males en la salud muchísimo más significativos (CCE, 2016, p.23).

2.14.1. Principales contaminantes producidos al quemar leña

Al quemar leña se generan compuestos nocivos para la salud entre algunos de estos compuestos son:

- Materia particulada principalmente compuestos por pedazos de cenizas y carbono.
- Monóxido de carbono (CO).
- Compuestos irritantes.
- Hidrocarburos aromáticos poli cíclicos (HAP).
- Compuestos orgánicos volátiles.
- Dioxinas (CCE, 2016, p.24).

2.15. Descargas al medio ambiente en la actividad ladrillera

2.15.1. Principales impactos

La actividad de construcción de ladrillos crea impactos sobre la calidad del viento y sobre la morfología del lote. En el primer caso debido primordialmente a las emisiones de humos que proceden de los hornos en la fase de cocción que ocasionan efectos directos e indirectos sobre la salud humana, la flora, la fauna, los cuerpos de agua, y contribuyen al calentamiento global universal. En el segundo caso ya que la explotación de las canteras crea excavaciones que no únicamente están afectando el paisaje sino además la composición y configuración del lote provocando deforestación, pérdida de la capa provechosa del suelo, y erosión (Siñami y Marcilla, 2012, p.28).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Investigación

Esta investigación se ubica en el cantón Chambo ya que en esta zona se encuentran gran cantidad de ladrilleras las cuales aún laboran de manera artesanal.

El tipo investigación es de campo, porque la información se tiene directamente del área de estudio y así se usa las características de la emisión de los contaminantes de provenientes de ladrilleras mediante el cálculo de valores de emisión, para con estos generar simulaciones de emisión del contaminante atmosférico en la zona urbana del cantón Chambo.

Para esta investigación se aplica el método inductivo, ya que suele basarse en la observación y la experimentación de hechos y acciones concretas para así llegar a una resolución o conclusión general sobre estos, donde se generó información mediante la toma de datos y su análisis, lo que nos ayudó a determinar la cantidad de CO, NO.

La técnica que se utilizó es la observación ya que permite identificar fenómenos, hechos, casos, acciones, situaciones, etc. que se desarrollan en las ladrilleras y sus zonas aledañas, con lo cual se obtendrá información necesaria para la investigación (Iparraguirre y Valdivia, 2018, p.66).

3.2. Área de estudio

Se seleccionaron como fuentes puntuales los hornos a cielo abierto ubicados en el barrio San Juan del cantón Chambo, provincia de Chimborazo, que se usan en la fase de cocción para la producción de ladrillos. Se toman en cuenta 3 distintos hornos con un punto de muestreo en cada una, mismas que se geolocalizan con un GPS digital obteniendo el mapa representado en la ilustración 1.

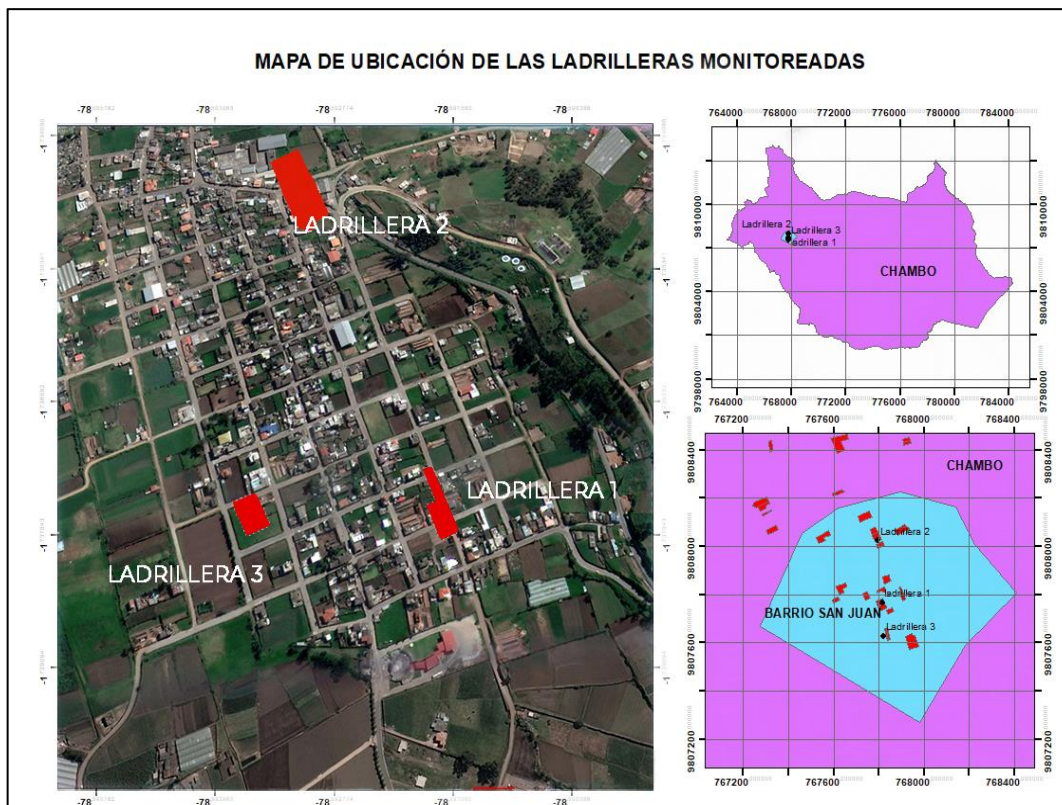


Figura 1-3: Mapa de ubicación de Barrio San Juan del Cantón Chambo

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

3.3. Descripción del Área de Estudio

En esta fase se tiene la ubicación geográfica, identificación puntos para la posterior determinación de emisión de los Gases; mediante la técnica de observación e instrumentos de investigación como registro fotográfico y de observación, Software informático.

El presente estudio en el Cantón Chambo debido a que en los últimos años este se ha visto afectado el aire del mismo producto de la fabricación de ladrillos de forma artesanal.

El cantón Chambo está ubicado en la región Sierra, La altura promedio del cantón está por los 2780 msnm. La temperatura promedio es de 14 °C y cuenta con un clima frío característico de las ciudades de esta zona (Reinoso, 2015, p.17).

Las características del área son las siguientes:

- La humedad relativa en la zona es de 70%.
- La velocidad del viento es de 1.38 m/s.
- Precipitación atmosférica de 500 - 1000 mm.
- Presión atmosférica de 548.3 mmHg (Maza, 2011, p.15).

3.4. Determinación del dominio

Durante la visita en campo realizada se identifica un valor de 70 ladrilleras esparcidas por toda la zona urbana del Chambo.

3.5. Selección de las ladrilleras a estudio

Debido a que el área en estudio es extensa ya que se trata de todo el cantón, se ha enfocado el estudio en las 3 ladrilleras que mayor producción, en conjunto con un muestreo por conveniencia.

Tabla 1-3: Coordenadas Geográficas Ladrilleras

Ladrillera	E	S	Nombre
1	767796,00	9808022,00	San Juan
2	767817,00	9807763,00	Torres
3	767817,00	9807763,00	Ladrillos Chambeños

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

3.6. Medición de contaminantes

Para la medición de los contaminantes atmosféricos emitidos por los hornos se toma como referencia la fase media en la cocción del ladrillo del 20 al 23 de septiembre del 2021, en la cual se produce el mayor porcentaje de emisiones a la atmósfera. Se utiliza el método no extractivo instrumental en chimenea, en este tipo de técnica la medida se realiza colocando el Altair en la zona de salida de los gases en la pared de la chimenea (Elizabeth, 2018, p.62).

En los puntos de muestro seleccionados para realizar la medición de contaminantes, se obtienen concentraciones de CO y NO. La altura, se alcanza con un trípode en el que se nivela el equipo Altair, que antes se programa para que realice mediciones durante 5 horas continuas, de los contaminantes y se realiza el control mediante la app en el celular (Elizabeth, 2018, p.62).

3.7. Toma de datos para la simulación

El software *Screen View* requiere de varios datos de entrada para que la simulación sea posible. Dentro de estos datos se requiere el área y la altura del horno, dimensiones que fueron obtenidas con la ayuda de un flexómetro. Para el cálculo del área de los hornos se utilizó la ecuación:

$$A = L * B$$

Ec. 1-3

Dónde:

A: es el área de salida de los gases.

L: la longitud del horno.

B: el ancho del horno.

El equipo *Altair* mide la velocidad de salida de los gases, temperatura del flujo gaseoso como ambiental, presión en la chimenea y flujo volumétrico, datos necesarios para la simulación de dispersión.

Las características topográficas de la zona de estudio fueron determinadas con el programa *ArcGIS 10.8*, con el fin de establecer si se trata de un terreno simple o complejo según definiciones del software de modelamiento. En contraste se complementan con los datos que arroja el *Altair*, además de datos que se miden con el flujómetro, en conjunto de los valores que se encuentran establecidos por la NEC y el Acuerdo Ministerial 097, para usar la interpolación mediante la calculadora raster dentro del *Arctmap* y la herramienta *IDW* para la corrección de la dispersión (Quezada, 2008, p.42).

3.8. Simulación de la dispersión

A partir de los datos obtenidos en la medición se realizó la simulación de dispersión de los contaminantes con el uso del software *Screen View 4.0.1* que requiere datos de entrada como: tipo de fuente, coeficiente de dispersión, altura de la fuente, área de la fuente, velocidad y temperatura de salida de los gases, características del terreno, tipo de distancias y rango de emisión (Jaya, 2012, p.37).

Tabla 2-3: Datos de entrada en el software *Screen View*

Datos	1	2	3
Tipo de fuente	Puntual	Puntual	Puntual
Coefficiente de dispersión	Dispersión en zona rural	Dispersión en zona rural	Dispersión en zona rural
Altura de horno	m	m	m
Área del horno	m ²	m ²	m ²
Velocidad de salida de los gases	m/s	m/s	m/s
Temperatura de salida de los gases	K	K	K
Características del terreno	Simple	Simple	Simple
Tipo de distancias	Discretas	Discretas	Discretas
Rango de emisión	m	m	m

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

Adicional a esto, se requiere el flujo másico de gases que se determina a partir de la ecuación:

$$\dot{m} = Q * [C], \quad \text{Ec. 2-3}$$

Donde:

Q: es el caudal

[C]: es la concentración

Que se determina con la ecuación de los gases ideales

$$PV = \frac{m}{P_m} RT. \quad \text{Ec. 3-3}$$

El software empleado proporciona una relación entre la distancia de dispersión del contaminante y su concentración frente a un objeto específico, en este caso las edificaciones y casas, dicha relación permite conocer el punto en el que el contaminante tiene mayor y menor concentración para así seleccionar las zonas de aplicación de encuestas (Elizabeth, 2018, p.62).

3.9. Representación gráfica de la dispersión de contaminantes

Se elabora un mapa de dispersión para representar la dirección que sigue los penachos, el cual se realiza mediante el programa ArcGIS 10.8 donde al principio se configuraron las coordenadas a UTM WGS84 zona 17 sur, con los datos extraídos del programa Screen View se identificaron las coordenadas con sus respectivas concentraciones de contaminantes de acuerdo con la dirección del viento y a las distancias discretas medidas, con estos datos se logró una matriz en Excel la cual se importó al programa ArcGIS en formato “CSV delimitado por comas”. Una vez ingresada la información con “Display XY Data” se seleccionó a la fila X como coordenada esta, a la fila Y como coordenada norte y en la postura Z se colocó la fila de los datos correspondientes a la dispersión. Una vez ejecutada esta acción se formó una nube de aspectos, mediante el complemento “ET Geo Wizards” con su herramienta “Convert” se transformó los aspectos a polígonos. Finalmente, se configuran las propiedades de los polígonos y con el apartado “Symbolology” se agregan todos los valores, se asigna el rango que requiere el proyecto y finalmente se elige la gama de colores para representar las diversas concentraciones (Elizabeth, 2018, p.67).

3.10. Cálculo de la incertidumbre

Marca de clase

$$xi = \frac{L_S - L_I}{2} \quad \text{Ec. 4-3}$$

Media

$$\bar{x} = \frac{\sum x * f}{N} \quad \text{Ec. 5-3}$$

Cálculo de Incertidumbre

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} xi}{N}} \quad \text{Ec. 6-3}$$

3.11. Coeficiente de Pearson

Es el coeficiente que nos permite determinar una correlación positiva o negativa de los datos y se calcula mediante las siguientes formulas:

Media marginal de X

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{10} xi}{N} \quad \text{Ec. 7-3}$$

Media marginal de Y

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{10} yi}{N} \quad \text{Ec. 8-3}$$

Desviación típica marginal de x

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} xi}{N}} \quad \text{Ec. 9-3}$$

Desviación típica marginal de y

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} y_i^2}{N}} \quad \text{Ec. 10-3}$$

Covarianza:

$$\sigma_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_i y_i}{N} - \bar{x} \bar{y} \quad \text{Ec. 11-3}$$

Coefficiente de Pearson

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \quad \text{Ec. 12-3}$$

3.12. Elaboración del plan para las estrategias para la reducción de las cargas contaminantes

La revisión bibliográfica debe tener en cuenta todo el conocimiento científico anterior sobre el tema de interés, para poder plantear unos objetivos de la investigación o recomendar un plan de intervención con el objeto de estudio ya que sólo a partir de una revisión bibliográfica exhaustiva se podrá plantear posteriormente un proyecto de investigación basado en la evidencia (Causa, 2017, p.2).

En contraste, se conjuga la información de investigaciones previas en sitios similares para poder realizar un análisis de la situación además de plantear estrategias para la situación en la que se encuentran las 3 ladrilleras según los datos de los monitoreos.

3.12.1. Diagnóstico Participativo

El diagnóstico participativo es el proceso en el que se colecta la información en cuanto al territorio o caso de estudio dentro de la revisión bibliográfica lo que proporciona una información confiable-relevante y actualizada permitiendo alcanzar el desarrollo de nuevas alternativas (Altieri et al., 2011, pp. 5-8).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Identificación del área de estudio

Se ha identificado 70 ladrilleras dentro de la zona urbana del cantón Chambo y 14 dentro del Barrio San Juan, por cual para este caso de estudio se utilizó el muestreo por conveniencia el cual se lo define como un procedimiento de muestreo cuantitativo en el que el investigador selecciona a los participantes, ya que están dispuestos y disponibles para ser estudiados (Creswell, 2008, p.19). Por medio de este tipo de muestreo se identificó 3 ladrilleras las mismas que se encuentran esparcidas dentro del área en estudio y que se convirtieron en nuestros puntos de monitoreo.

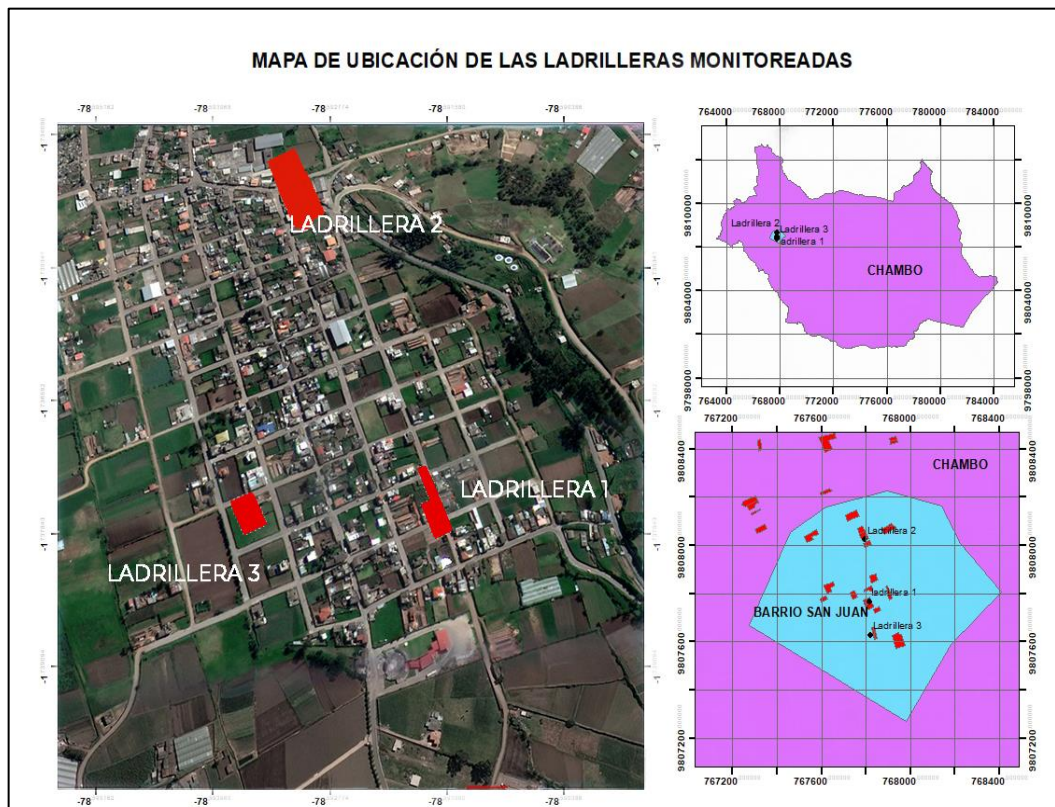


Figura 1-4: Mapa de ubicación de la zona de estudio

Realizado por: (Alvarez D, 2021).

4.2. Determinación de emisión de CO y NO

4.2.1. Emisión de NO

Los valores de emisión de NO determinados por el equipo Altair en el periodo de cocción de ladrillos del 20 al 23 de septiembre del 2021 en las diferentes ladrilleras se presentan en las tablas 1 a la 3.

Las zonas seleccionadas según lo anterior fueron porque estas se encuentran con mayor número de ladrilleras y se ubican en la zona urbana de Chambo, también cabe recalcar que las mediciones se realizaron por 5 horas continuas en donde se verifico que no existían variabilidades entre los valores obtenidos en cada ladrillera por lo que se los puede comparar con la norma establecida por la OMS y el acuerdo ministerial 097A.

Tabla 1-4: Concentración de NO en la Ladrillera 1

Hora	Concentración de NO(ppm) en la ladrillera 1			
	Día 1 (NO ppm)	Día 2 (NO ppm)	Día 3 (NO ppm)	Día 4 (NO ppm)
8,00	12,50	339,40	341,70	43,00
9,00	6,00	157,00	180,00	163,40
10,00	9,70	91,80	192,40	3,60
11,00	44,80	245,90	73,20	29,00
12,00	21,60	568,60	276,90	191,80
Sumatoria	94,60	1402,70	1064,20	430,80
Promedio	18,92	280,54	212,84	86,16

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

Las concentraciones obtenidas de monóxido de nitrógeno mediante su comparación con la tabla 1-4, se pudo verificar que en la ladrillera 1 se sobrepasan los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (Norma 8 horas) que es 20 ppm en concordancia a los niveles señalados, mientras que el valor dado por el acuerdo ministerial 097-A establece el valor de 800 ppm para fuentes fijas de calderas u hornos se encuentra dentro de los parámetros permisibles. Los promedios de concentración del NO para cada día en la zona de estudio fueron: 28,92 ppm en el primer día, 280,54 ppm en el segundo día, 212, 84 ppm en el tercer día, 86,16 ppm en día de cocción, estos valores se contrastan con los valores que menciona Elizabeth (2018, p.82), en su valoración de CO y NO en ladrilleras de zonas rurales del cantón Chambo.

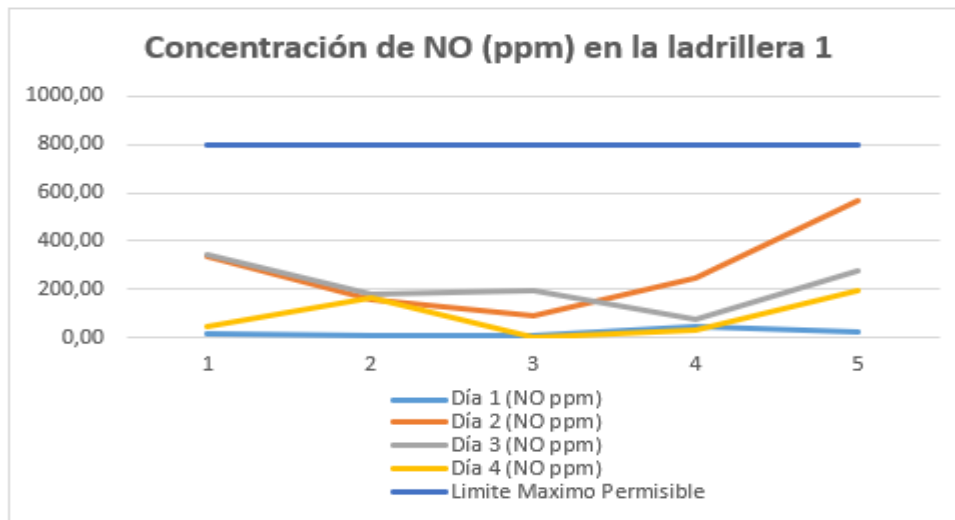


Gráfico 1-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al valor guía del Acuerdo Ministerial 097-A

Realizado por: (Álvarez Daniel, 2021).

Estos resultados son evidentemente mayores a los considerados permisibles por la OMS y es probable que los valores observados debieran analizarse teniendo en cuenta otras variables tales como la altura sobre el nivel del mar, condiciones meteorológicas, etc. Mientras que si comparan con los valores dados por el Acuerdo Ministerial tenemos que dichas emisiones se encuentran dentro de los parámetros, sin embargo Cepeda (2018, p.77), menciona que los valores que se deben considerar son los de la OMS puesto que las ladrilleras se encuentran en la zona urbana, por lo que a pesar de las emisiones encontrarse dentro de los parámetros de una fuente fija que no usa combustibles fósiles, dichas emisiones si superan los establecidos por la OMS que puede repercutir en la salud de las personas que viven cercanas al horno de la ladrillera 1. En contraste las emisiones se han comparado cada una por día vs el valor máximo permisible en la ladrillera 1.

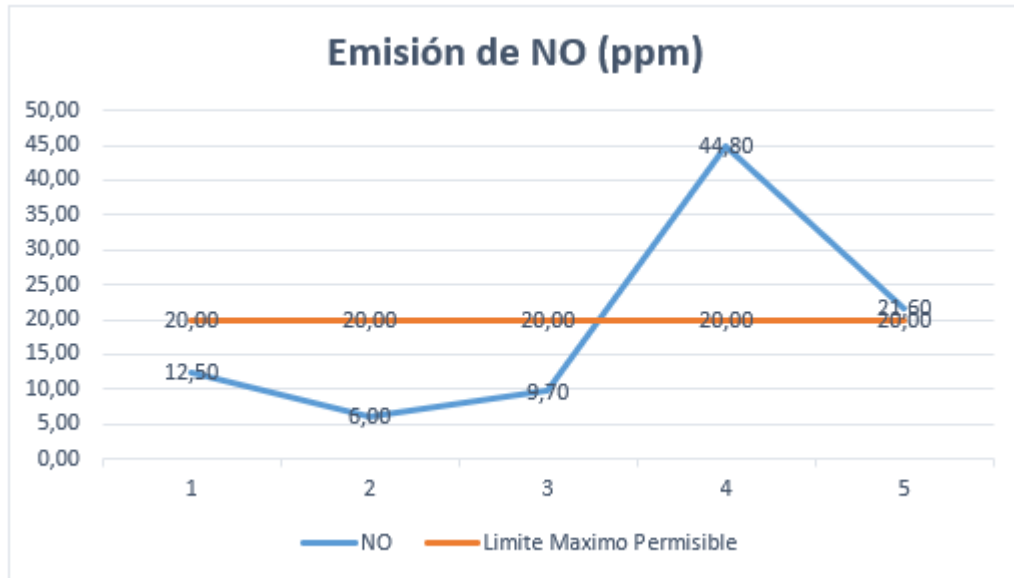


Gráfico 2-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permissible establecido por la OMS en el día 1

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 2-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 1, inicialmente se encuentran por debajo del valor máximo permisible de 20 ppm, de acuerdo a Gallo (2019, p.52), se menciona que en la cocción y por las condiciones atmosféricas al iniciar la cocción del ladrillo, no hay mayores emisiones de NO. De modo que los 3 primeros datos (12,5 ppm, 6 ppm, 9,70 ppm) se encuentran por debajo del límite, mientras que los valores de las 11 am (44,8 ppm) y 12 pm (21,6 ppm) se encuentran por encima del límite permisible lo cual, en contraste con Cepeda, (2018, p.79), es normal pues a medida que se incrementa la temperatura e inicia la cocción se obtiene mayores emisiones de NO.

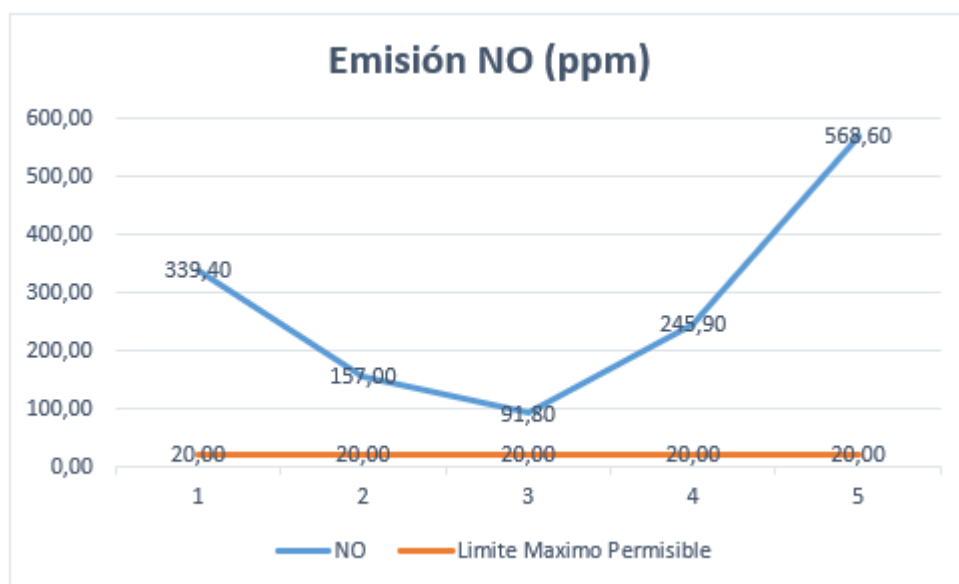


Gráfico 3-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permissible establecido por la OMS en el día 2

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 3-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 2, los datos sobrepasan el valor máximo permisible, siendo el primer valor 339,4 ppm, segundo 157 ppm, tercer dato 91,8 ppm, cuarto dato 24,9 ppm y el quinto de 568,6 pp. Sin embargo, dice Cepeda y Elizabeth (2018, pp.80-87), mencionan que en la cocción a partir del segundo día se mantiene una temperatura elevada con valores dentro del horno entre los 350°C a 500°C por lo cual las emisiones de NO aumentan; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 2.

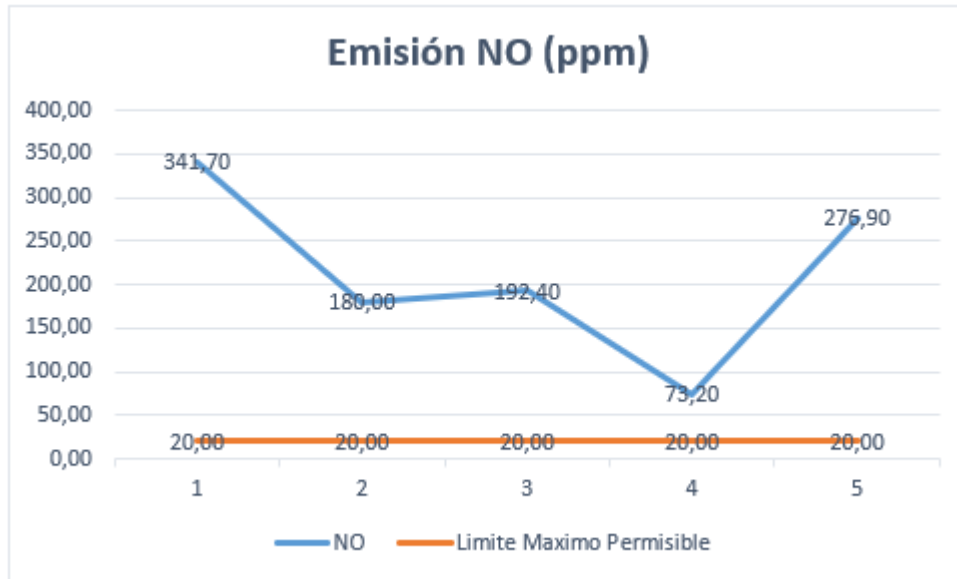


Gráfico 4-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permissible establecido por la OMS en el día 3

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 4-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 3, los datos siendo el primer valor 341,7 ppm, segundo valor 180 ppm, tercer valor 192,42 ppm, cuarto valor 73,20 ppm y un quinto valor de 270,90 pp. Todos sobrepasan el valor máximo permisible, sin embargo, dice Cepeda y Elizabeth (2018, pp.87-90), mencionan que en la cocción a partir del segundo día se mantiene la temperatura entre los 350°C a 500°C por lo cual las emisiones de NO aumentan; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 3.

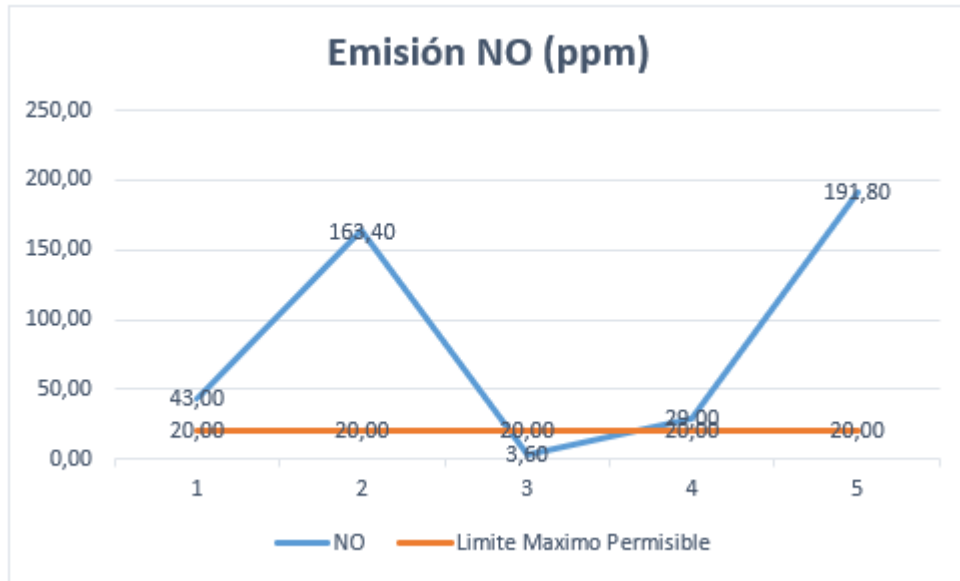


Gráfico 5-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible OMS establecido por la OMS en el día 4

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 5-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 4, los datos sobrepasan el valor máximo permisible, mencionan Bayar (2018, p.69) y Cepeda (2018, p.91), que en la cocción a partir del segundo día se mantiene la temperatura elevada por lo cual las emisiones de NO aumentan; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 4. Sin embargo, los datos son irregulares puesto que las condiciones de cocción se ven afectadas pues la temperatura disminuye, por lo mismo la combustión disminuye por esto hay esta variación del contaminante en este día, esto se conjuga con los resultado de Cubas (2014, p.32), que tuvo datos de NO pico por sobre 10 puntos del límite permisible, lo que es similar en el sentido de que el valor 3 es de 3,6 ppm por debajo del límite permisible y el valor 1 es de 43 p, segundo valor de 163.4 ppm, el cuarto valor de 29 ppm y el quinto valor de 191,80 ppm.

Tabla 2-4: Concentración de NO en la Ladrillera 2

Hora	Concentración de NO(ppm) en la ladrillera 2			
	Día 1 (NO ppm)	Día 2 (NO ppm)	Día 3 (NO ppm)	Día 4 (NO ppm)
8,00	17,10	0,90	0,30	0,00
9,00	13,00	0,00	0,00	0,00
10,00	7,40	0,10	0,00	0,00
11,00	11,20	0,00	0,20	0,00
12,00	17,50	457,70	0,00	0,00
Sumatoria	66,20	458,70	0,50	0,00
Promedio	13,24	91,74	0,1	0,00

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

Las concentraciones obtenidas de monóxido de nitrógeno ambiental mediante su comparación con la tabla 2-4, se pudo verificar que en la ladrillera 1 se sobrepasan los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (Norma 8 horas) que es 20 ppm en concordancia a los niveles señalados, mientras que el valor dado por el acuerdo ministerial 097-A establece el valor de 800 ppm para fuentes fijas de calderas u hornos se encuentra dentro de los parámetros permisibles. Los promedios de concentración del NO para cada día en la zona de estudio fueron: 13,24 ppm en el primer día, 91,74 ppm en el segundo día, 0,10 ppm en el tercer día, 0,00 ppm en día de cocción, ya que las condiciones atmosféricas (presencia de lluvias) los días del monitoreo en ladrillera 2 tuvo repercusión en la dispersión de los contaminantes lo que contrasta con (Gallo, 2019, p.57).

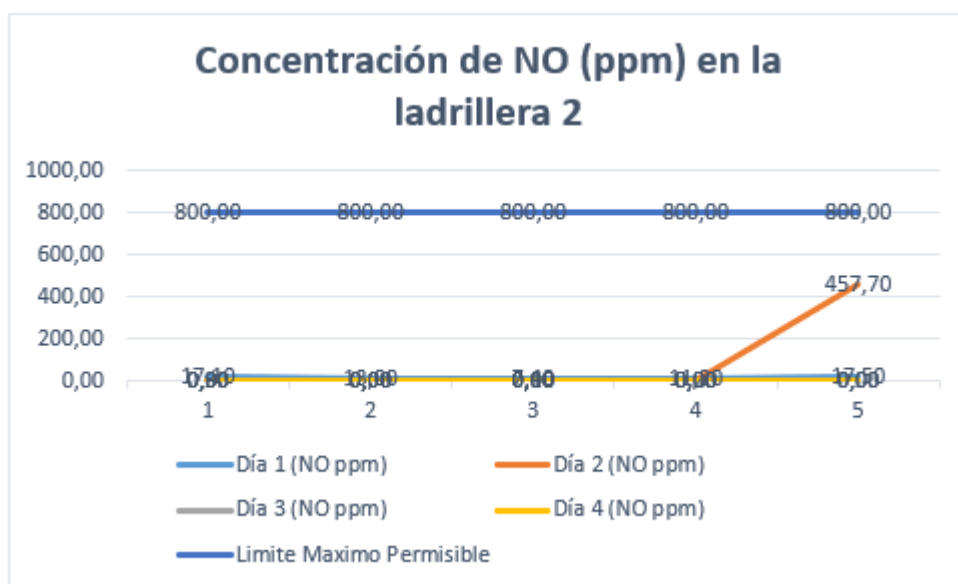


Gráfico 6-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al valor guía del Acuerdo Ministerial 097-A

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

Estos resultados son mayores a los considerados permisibles por la OMS (20 ppm) y es probable que los valores observados debieran analizarse teniendo en cuenta otras variables tales como la altura sobre el nivel del mar, condiciones meteorológicas, etc. Mientras que si los comparamos con los valores dados por el Acuerdo Ministerial tenemos que dichas emisiones se encuentran dentro de los parámetros, sin embargo, de acuerdo a Dolibeth (2018, p.70) y Cepeda (2018, p.92), menciona que los valores que se deben considerar más son los de la OMS puesto que la las ladrilleras se encuentran en la zona urbana, por lo que a pesar de las emisiones encontrarse dentro de los parámetros de una fuente fija que no usa combustibles fósiles, dichas emisiones si superan los establecidos por la OMS que puede repercutir en la salud de las personas que viven cercanas al horno de la ladrillera 2, además se corroboran dichos resultados al tener una similitud con los

de Elizabeth (2018, p.89), que su investigación tuvo lugar en parroquias rurales del Cantón Chambo por lo que en contraste las emisiones se han comparado cada una por día vs el valor máximo permisible en la ladrillera 2.

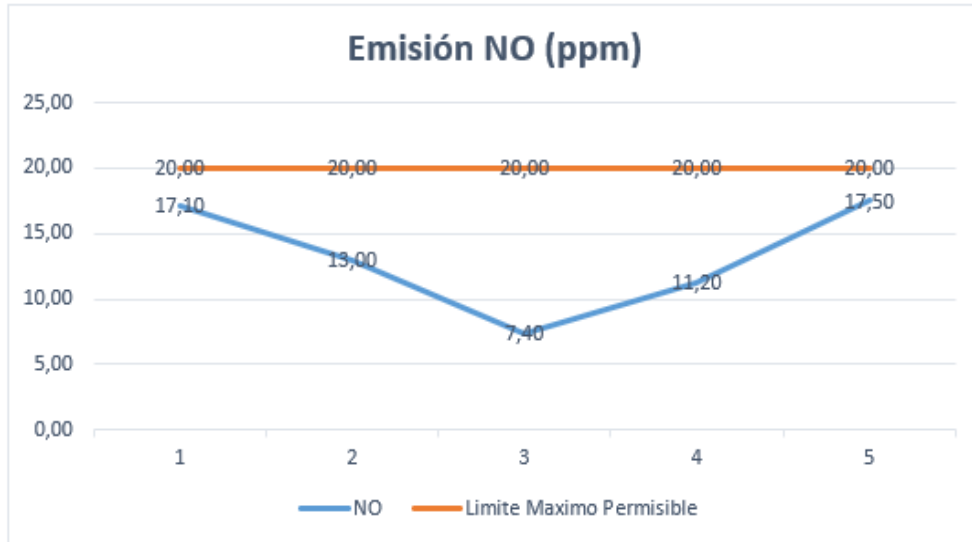


Gráfico 7-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible OMS establecido por la OMS en el día 1

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 7-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 1, inicialmente se encuentran por debajo del valor máximo permisible, de acuerdo Gallo (2019, p.54), menciona que la cocción y las condiciones atmosféricas son factores importantes con respecto a la dispersión de los contaminantes atmosféricos ya que, al iniciar la cocción del ladrillo, no hay mayores emisiones de NO y se reduce mucho más dichos valores si ocurre precipitaciones. De modo que los primeros datos se encuentran por debajo del límite, en contraste con Cepeda (2018, p.93), es normal pues a medida que se incrementa la temperatura e inicia la cocción se obtiene mayores emisiones de NO.

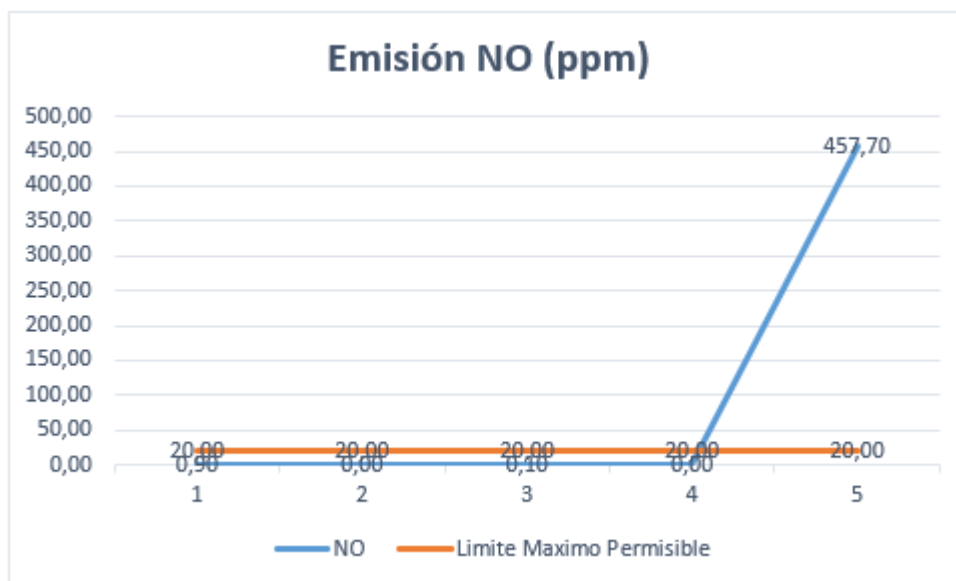


Gráfico 8-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible OMS establecido por la OMS en el día 2

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 8-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 2, los datos no sobrepasan el valor máximo permisible, sin embargo Gallegos et al. (2006, p.52), menciona que en la cocción a partir del segundo día se mantiene la temperatura elevada por lo cual las emisiones de NO aumentan; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 2.

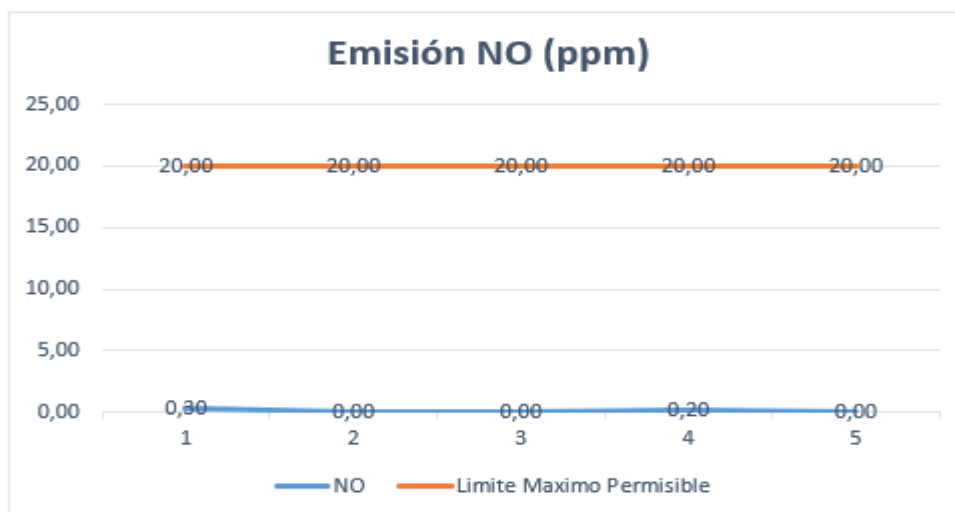


Gráfico 9-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible OMS establecido por la OMS en el día 3

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 9-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 3, los datos no sobrepasan el valor máximo permisible, sin embargo Cepeda (2018, p.94), la cocción a partir del segundo día se mantiene la temperatura elevada por lo cual las emisiones de NO aumentan; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 3.

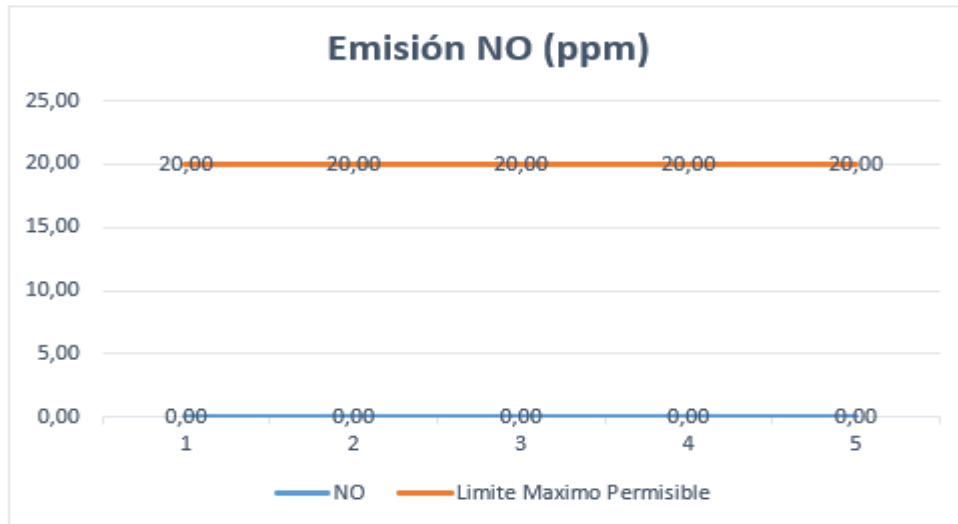


Gráfico 10-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible establecido por la OMS en el día 4

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 10-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 11, los datos sobrepasan el valor máximo permisible, sin embargo Gallo (2019, p.60), menciona que en la cocción a partir del cuarto día se disminuye la temperatura elevada por lo cual las emisiones de NO disminuyen; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 4 puesto que las condiciones de cocción se ven afectadas pues la temperatura disminuye, por lo mismo la combustión disminuye por esto hay esta variación del contaminante en este día.

Tabla 3-4: Concentración de NO en la Ladrillera 3

Hora	Concentración de NO(ppm) en la ladrillera 3			
	Día 1 (NO ppm)	Día 2 (NO ppm)	Día 3 (NO ppm)	Día 4 (NO ppm)
8,00	339,4	0,9	43	0
9,00	157	0	163,4	0
10,00	91,8	0,1	3,6	0
11,00	245,9	0	29	0
12,00	568,6	357,7	191,8	0
Sumatoria	1402,70	458,70	430,80	0,00
Promedio	280,54	91,74	86,16	0

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

Las concentraciones obtenidas de monóxido de nitrógeno ambiental mediante su comparación con la tabla 3-4, se pudo verificar que en la ladrillera 1 se sobrepasan los límites establecidos por la Organización Mundial de la salud (Norma 8 horas) (ppm) que es 20 ppm” en concordancia a los niveles señalados, mientras que el valor dado por el acuerdo ministerial 097-A establece el valor de 800 ppm para fuentes fijas de calderas u hornos se encuentra dentro de los parámetros permisibles. Los promedios de concentración del NO para cada día en la zona de estudio fueron: 280 ppm en el primer día, 91,74 ppm en el segundo día, 86,16 ppm en el tercer día, 0,00 ppm en día de cocción.

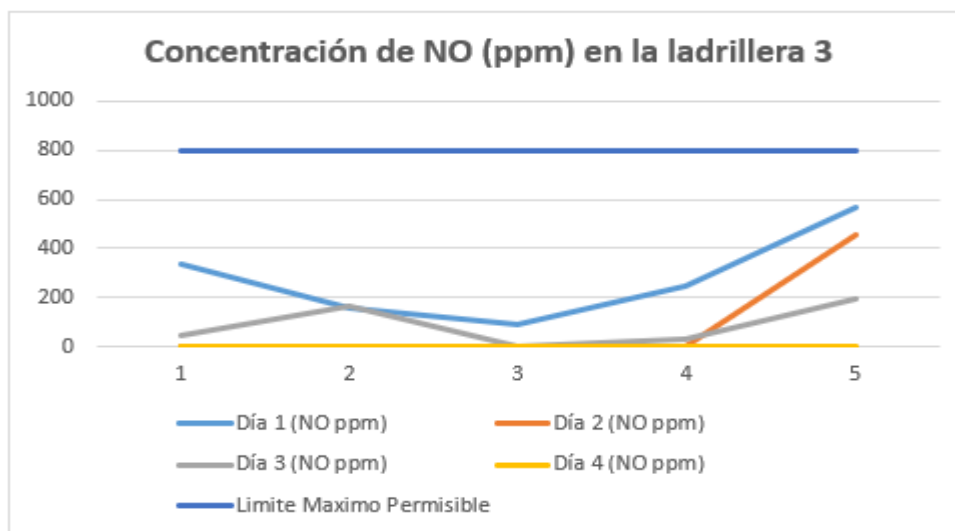


Gráfico 11-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al valor guía del Acuerdo Ministerial 097-A

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

Estos resultados son evidentemente mayores a los considerados permisibles por la OMS y es probable que los valores observados debieran analizarse teniendo en cuenta otras variables tales como la altura sobre el nivel del mar, condiciones meteorológicas, etc. Mientras que si los comparamos con los valores dados por el Acuerdo Ministerial tenemos que dichas emisiones se encuentran dentro de los parámetros, sin embargo, de acuerdo a González y Sánchez (2021, p.71), los valores que se deben considerar más son los de la OMS puesto que la las ladrilleras se encuentran en la zona urbana, por lo que a pesar de las emisiones encontrarse dentro de los parámetros de una fuente fija que no usa combustibles fósiles, dichas emisiones si superan los establecidos por la OMS que puede repercutir en la salud de las personas que viven cercanas al horno de la ladrillera 3.

En contraste las emisiones se han comparado cada una por día vs el valor máximo permisible en la ladrillera 3.

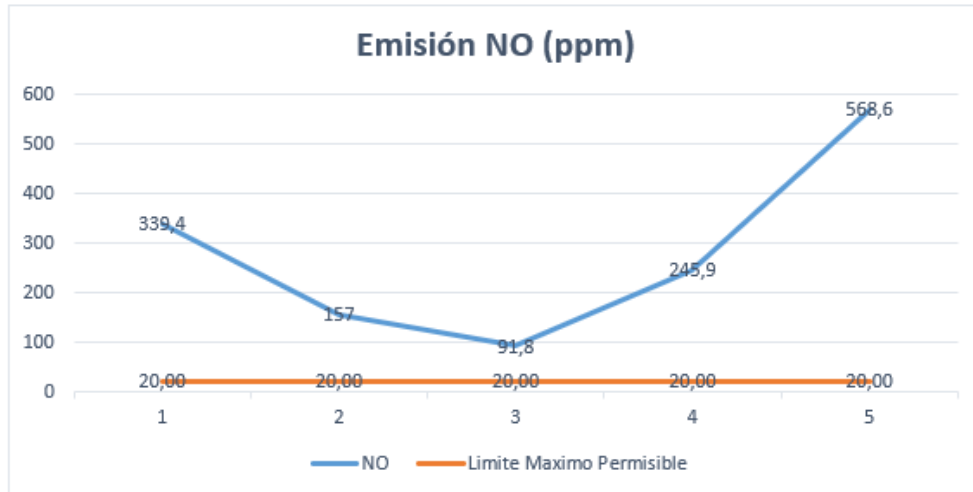


Gráfico 12-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permissible de la OMS en el día 1

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 12-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 1, inicialmente se encuentran por encima del valor máximo permisible, sin embargo, Gonzáles y Sánchez en 2021, menciona que en la cocción y por las condiciones atmosféricas al iniciar la cocción del ladrillo, no hay mayores emisiones de NO, sin embargo Iparraguirre y Valdivia (2018, p.80), las emisiones de NO tienen un pico más elevado al tercer día de cocción para finalizar la densidad del Ladrillo De modo que los primeros datos se encuentran por debajo del límite, en contraste con Cepeda (2018, p.95), menciona que ciertos hornos de ladrilleras se precalientan, lo cual genera una emisión que al integrar los ladrillos emiten NO de manera elevada, con respecto al límite permisible.

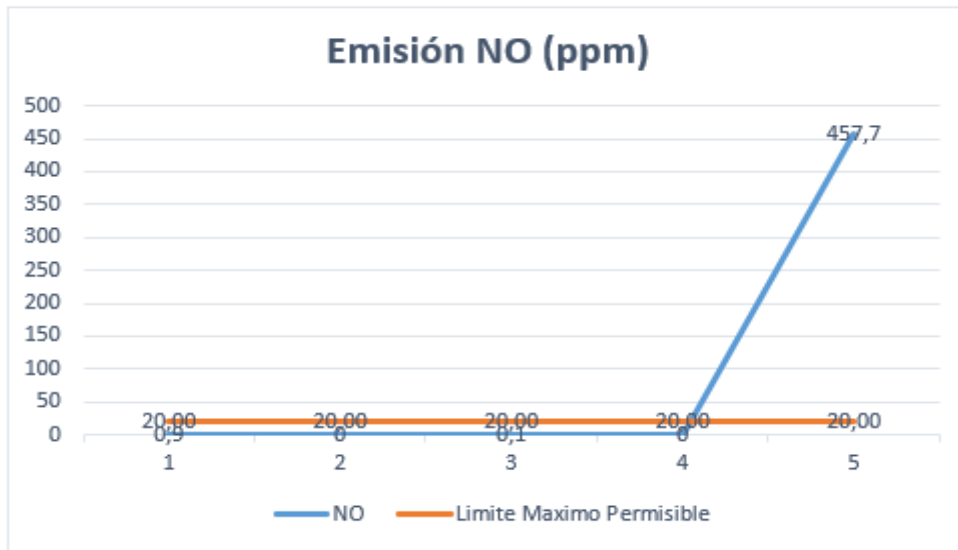


Gráfico 13-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible establecido por la OMS en el día 2

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 13-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 2, los datos no sobrepasan el valor máximo permisible, sin embargo Jaya (2012, p.46) y Cepeda (2018, p.96), mencionan que en la cocción a partir del segundo día se mantiene la temperatura elevada por lo cual las emisiones de NO aumentan; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 2, además se debe una emisión muy baja debido a que el lote de producción en el horno de la ladrillera 3 fue por debajo de los hornos de las ladrilleras 1 y 2 por lo cual se necesitó menor combustible para completar la cocción de los ladrillos.

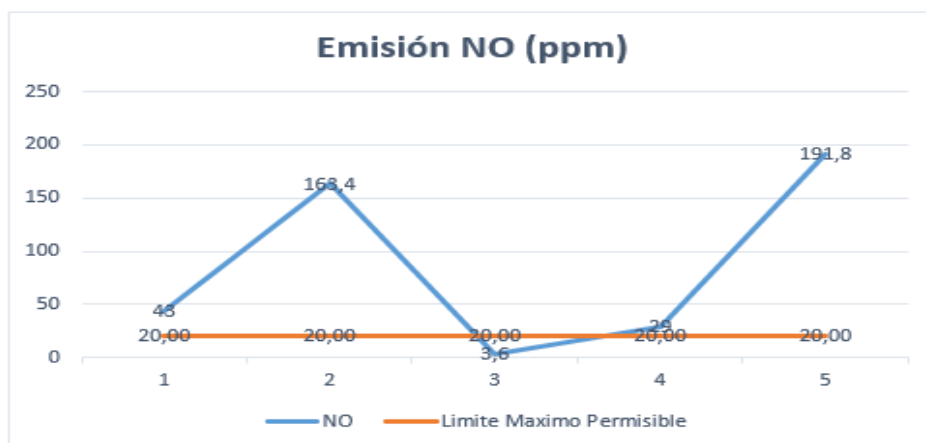


Gráfico 14-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible establecido por la OMS en el día 3

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 14-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 3, los datos no sobrepasan el valor máximo permisible, sin embargo Cepeda (2018, p.97), menciona que en la cocción a partir del segundo día se mantiene la temperatura elevada por lo cual las emisiones de NO aumentan; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 3.

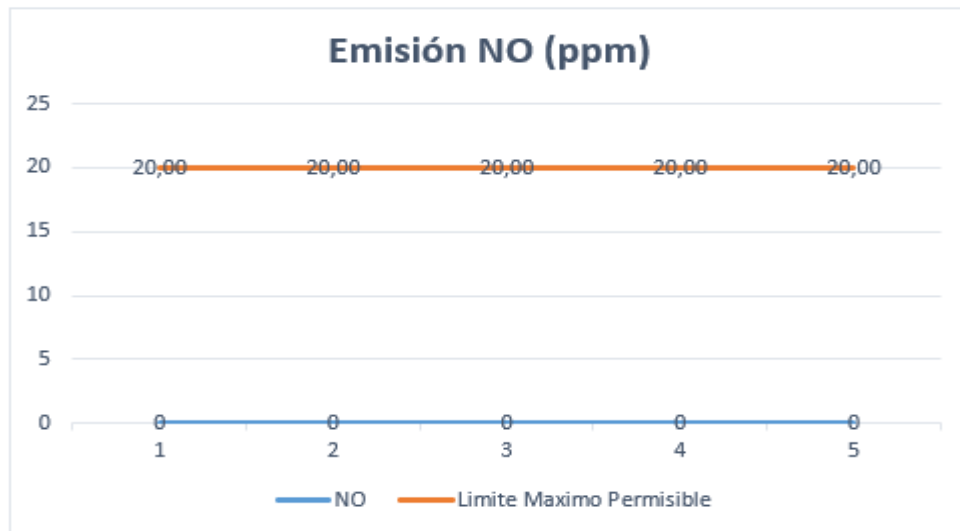


Gráfico 15-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de NO frente al Límite Máximo Permisible establecido por la OMS en el día 4

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 15-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 4, los datos se mantienen por debajo del valor máximo permisible, sin embargo Gallo (2019, p.69), la cocción a partir del cuarto día se disminuye la temperatura elevada por lo cual las emisiones de NO disminuyen; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 4. Sin embargo, los datos son irregulares puesto que las condiciones de cocción se ven afectadas pues la temperatura disminuye, por lo mismo la combustión disminuye por esto hay esta variación del contaminante en este día.

4.2.2. Emisión de CO

Los valores de emisión de CO determinados por el equipo Altair en el periodo de cocción de ladrillos del 20 al 23 de septiembre del 2021 en las diferentes ladrilleras se presentan en las siguientes tablas 4, 5 y 6.

Las zonas seleccionadas según lo anterior fueron porque estas se encuentran con mayor número de ladrilleras y se ubican en la zona urbana de Chambo, también cabe recalcar que las mediciones se realizaron por 5 horas continuas en donde se verifico que no existían variabilidades entre los

valores obtenidos en cada ladrillera por lo que se los puede comparar con la norma establecida por la OMS y el acuerdo ministerial 097A.

Tabla 4-4: Concentración de CO en la Ladrillera 1

Hora	Concentración de CO(ppm) en la ladrillera 1			
	Día 1 (CO ppm)	Día 2 (CO ppm)	Día 3 (CO ppm)	Día 4 (CO ppm)
8,00	104,00	2000,00	868,00	130,00
9,00	125,00	778,00	557,00	412,00
10,00	53,00	355,00	583,00	14,00
11,00	372,00	971,00	227,00	112,00
12,00	141,00	1409,00	650,00	470,00
Sumatoria	795,00	5513,00	2885,00	1138,00
Promedio	159	1102,6	577	227,6

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

Las concentraciones obtenidas de monóxido de nitrógeno ambiental mediante su comparación con la tabla 4-4, se pudo verificar que en la ladrillera 1 se sobrepasan los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (Norma 8 horas) que es 8,7 ppm en concordancia a los niveles señalados, mientras que el valor dado por el acuerdo ministerial 097-A establece el valor de 200 ppm para fuentes fijas de calderas u hornos se encuentra dentro de los parámetros permisibles. Los promedios de concentración del CO para cada día en la zona de estudio fueron: 159 ppm en el primer día, 1102,6 ppm en el segundo día, 577 ppm en el tercer día, 227,6 ppm en día de cocción, estos datos son similares a los que menciona Gallo (2019, p.70), en su medición de CO en el barrio el Carmen del Cantón Chambo que también contiene ladrilleras en su estudio.

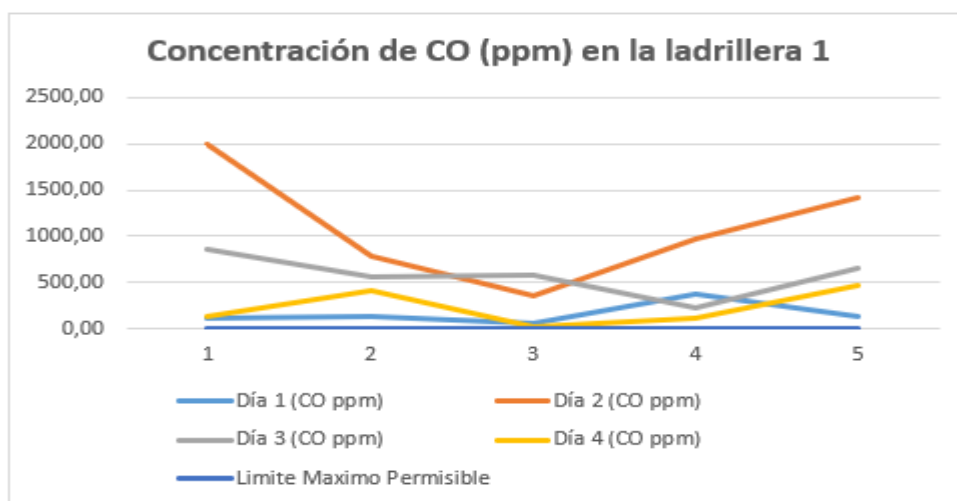


Gráfico 16-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al valor Permissible del Acuerdo Ministerial 097-A en los 4 días de monitoreo

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

Los datos obtenidos son evidentemente mayores a los considerados permisibles (8,7 ppm) por la OMS y es probable que los valores observados debieran analizarse teniendo en cuenta otras variables tales como la altura sobre el nivel del mar, condiciones meteorológicas, etc. En contraste con respecto a los valores dados por el Acuerdo Ministerial tenemos que dichas emisiones se encuentran dentro de los parámetros, de acuerdo a Maza (2011, p.19), menciona que los valores que se deben considerar más son los de la OMS puesto que la las ladrilleras se encuentran en la zona urbana, por lo que a pesar de las emisiones encontrarse dentro de los parámetros de una fuente fija que no usa combustibles fósiles, dichas emisiones si superan los establecidos por la OMS que puede repercutir en la salud de las personas que viven cercanas al horno de la ladrillera 1.

En contraste las emisiones se han comparado cada una por día vs el valor máximo permisible en la ladrillera 1.

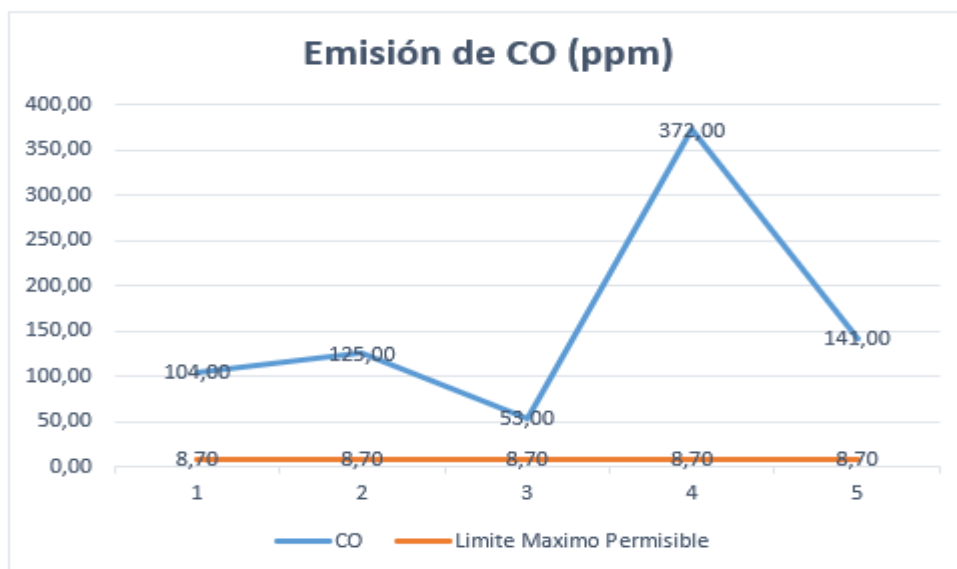


Gráfico 17-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al valor Permisible del Acuerdo Ministerial 097-A en el día 1

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 17-4 se observa, los valores obtenidos de los monitoreos en el día 1, inicialmente se encuentran por encima del valor máximo permisible (8,7 ppm) siendo el primer valor 104 ppm, segundo valor 125 ppm, tercer valor 53 ppm, 372 ppm y el quinto valor de 141 ppm. Sin embargo, Cepeda Morelia en 2018, menciona que en la cocción y por las condiciones atmosféricas al iniciar la cocción del ladrillo, no hay mayores emisiones de CO. De modo que los primeros datos se encuentran por debajo del límite, en contraste con Gallo (2019, p.71), que ciertos hornos de ladrilleras se precalientan, lo cual genera una emisión que al integrar los ladrillos emiten CO de manera elevada, con respecto al límite permisible.

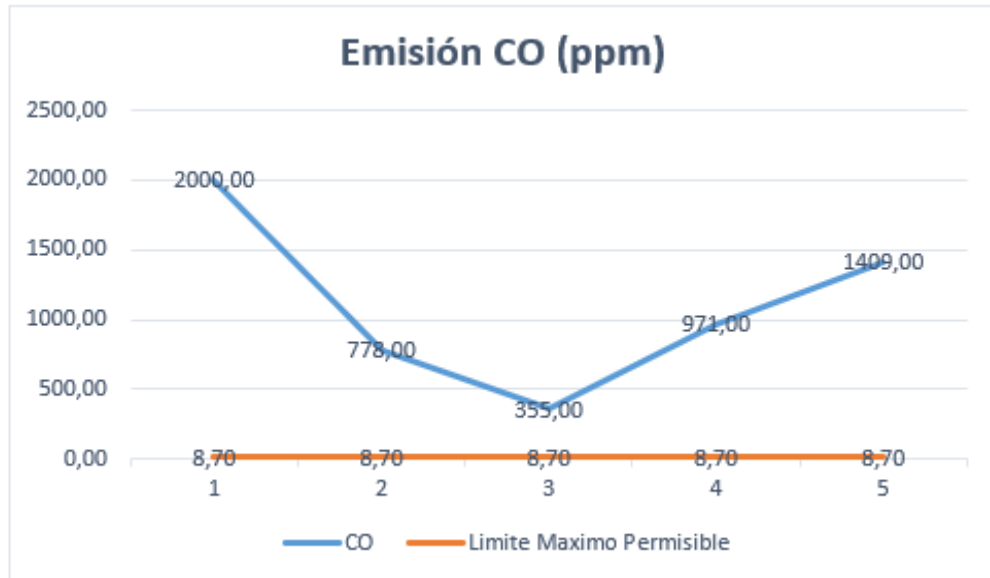


Gráfico 18-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permisible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 2

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 18-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 2, los datos no sobrepasan el valor máximo permisible, destacando que Noboa (2015,p.43), menciona que en la cocción a partir del segundo día se mantiene la temperatura elevada con rangos de 350°C a 500°C por lo cual las emisiones de CO aumentan; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 2, además se debe una emisión elevada debido a que el lote de producción en el horno de la ladrillera 1 fue mayor a los hornos de las ladrilleras 2 y 3 por lo cual se necesitó menor combustible para completar la cocción de los ladrillos.

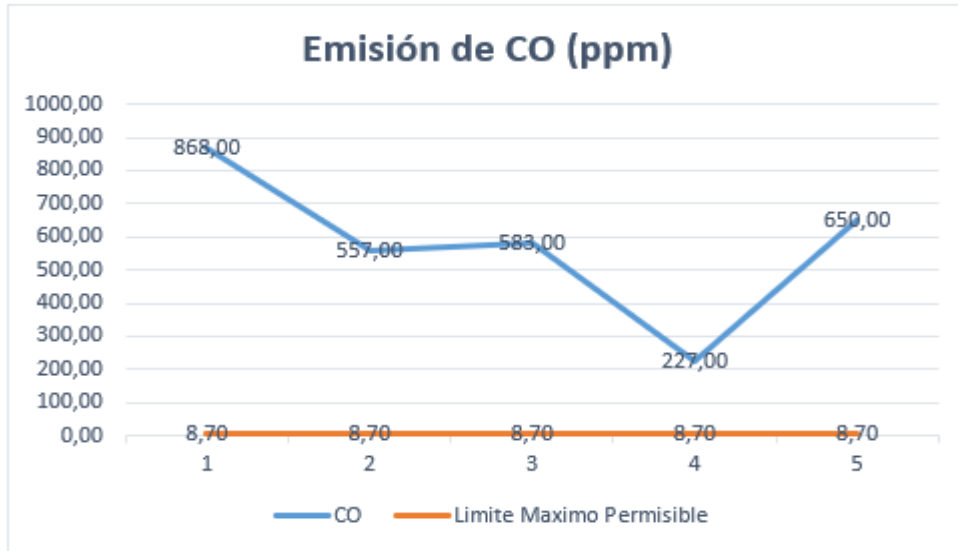


Gráfico 19-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permissible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 3

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 19-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 3, los datos no sobrepasan el valor máximo permisible, sin embargo Jaya (2012, p.49), menciona que en la cocción a partir del segundo día se mantiene la temperatura elevada por lo cual las emisiones de CO aumentan; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 3.

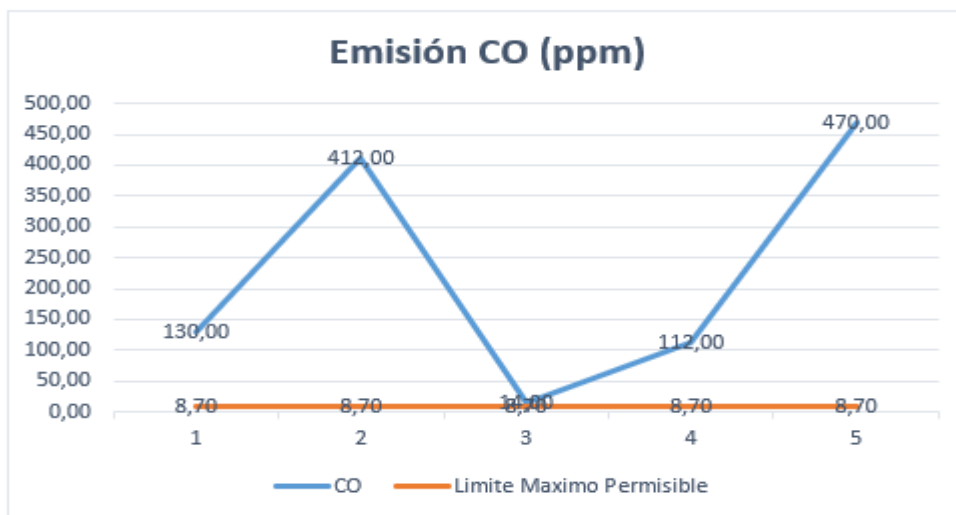


Gráfico 20-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permissible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 4

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 20-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 4, los datos se mantienen sobre el valor máximo permisible, sin embargo Gallo (2019, p.73), menciona que en la cocción a partir del cuarto día se disminuye la temperatura elevada sin embargo la cocción no termina hasta que se enfría por lo que la emisión de CO; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 4.

Tabla 5-4: Concentración de CO en la Ladrillera 2

Hora	Concentración de CO(ppm) en la ladrillera 2			
	Día 1 (CO ppm)	Día 2 (CO ppm)	Día 3 (CO ppm)	Día 4 (CO ppm)
8,00	108,00	2,00	1,00	0,00
9,00	102,00	0,00	0,00	0,00
10,00	95,00	1,00	0,00	0,00
11,00	114,00	0,00	1,00	0,00
12,00	115,00	1309,00	0,00	0,00
Sumatoria	534,00	1312,00	2,00	0,00
Promedio	106,8	262,4	0,4	0

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

Las concentraciones obtenidas de monóxido de nitrógeno ambiental mediante su comparación con la tabla 5-4, se pudo verificar que en la ladrillera 1 se sobrepasan los límites establecidos por la Organización Mundial de la salud (Norma 8 horas) que es 8,7 ppm en concordancia a los niveles señalados, mientras que el valor dado por el acuerdo ministerial 097-A establece el valor de 200 ppm para fuentes fijas de calderas u hornos se encuentra dentro de los parámetros permisibles. Los promedios de concentración del CO para cada día en la zona de estudio fueron: 106,8 ppm en el primer día, 262,4 ppm en el segundo día, 0,4 ppm en el tercer día, 0 ppm en día de cocción, esto contrasta con las precipitaciones presentes en los últimos días del monitoreo.

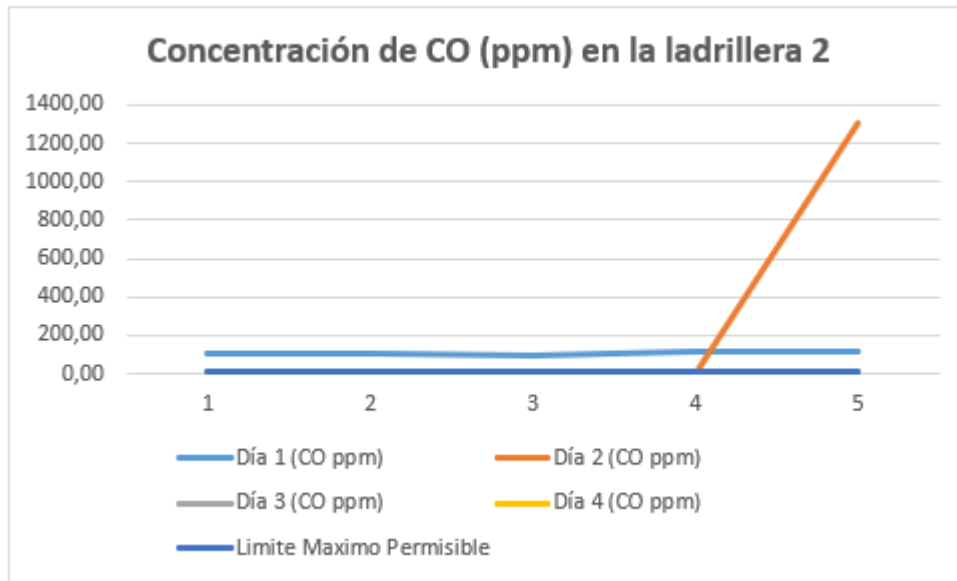


Gráfico 21-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al valor Permisible del Acuerdo Ministerial 097-A en el día 1

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

Los datos obtenidos son evidentemente mayores a los considerados permisibles por la OMS y es probable que los valores observados debieran analizarse teniendo en cuenta otras variables tales como la altura sobre el nivel del mar, condiciones meteorológicas, etc. Mientras que si los comparamos con los valores dados por el Acuerdo Ministerial tenemos que dichas emisiones se encuentran dentro de los parámetros, sin embargo, de acuerdo a Elizabeth (2018, p.92), menciona que los valores que se deben considerar más son los de la OMS puesto que la las ladrilleras se encuentran en la zona urbana, por lo que a pesar de las emisiones encontrarse dentro de los parámetros de una fuente fija que no usa combustibles fósiles, dichas emisiones si superan los establecidos por la OMS que puede repercutir en la salud de las personas que viven cercanas al horno de la ladrillera 2.

En contraste las emisiones se han comparado cada una por día vs el valor máximo permisible en la ladrillera 2.

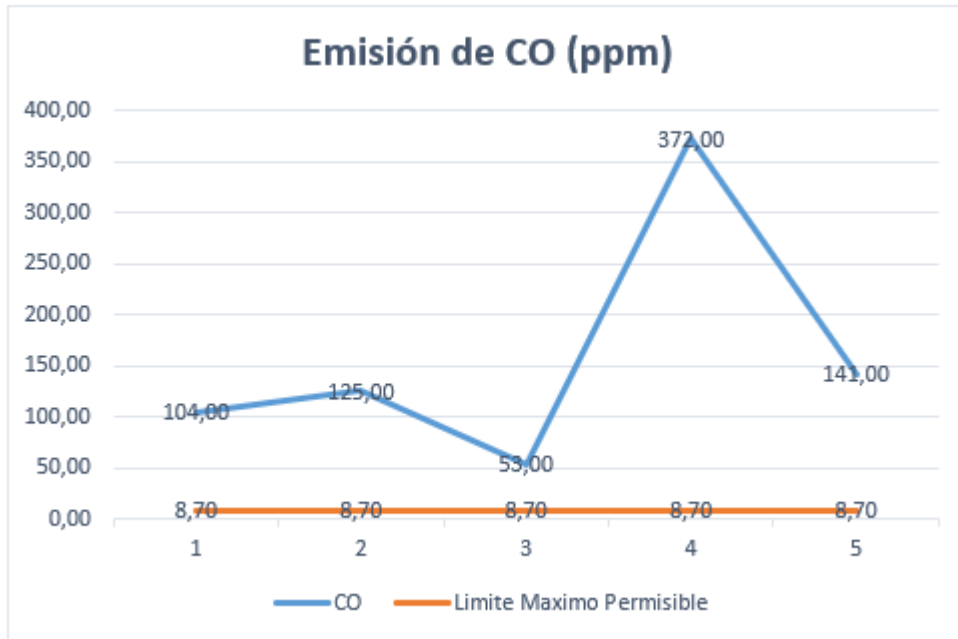


Gráfico 22-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al valor Permisible del Acuerdo Ministerial 097-A en el día 1

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 22-4 se observa, los valores obtenidos de los monitoreos en el día 1, inicialmente se encuentran por encima del valor máximo permisible siendo el primer dato 104 ppm, segundo dato 125 ppm, tercer dato 53 ppm, destacando que Quezada (2008, p.53) menciona que en la cocción y por las condiciones atmosféricas al iniciar la cocción del ladrillo, no hay mayores emisiones de CO. De modo que los primeros datos se encuentran por debajo del límite, en contraste con Gallo (2019, p.74), menciona que ciertos hornos de ladrilleras se precalientan, lo cual genera una emisión que al integrar los ladrillos emiten CO de manera elevada, con respecto al límite permisible.

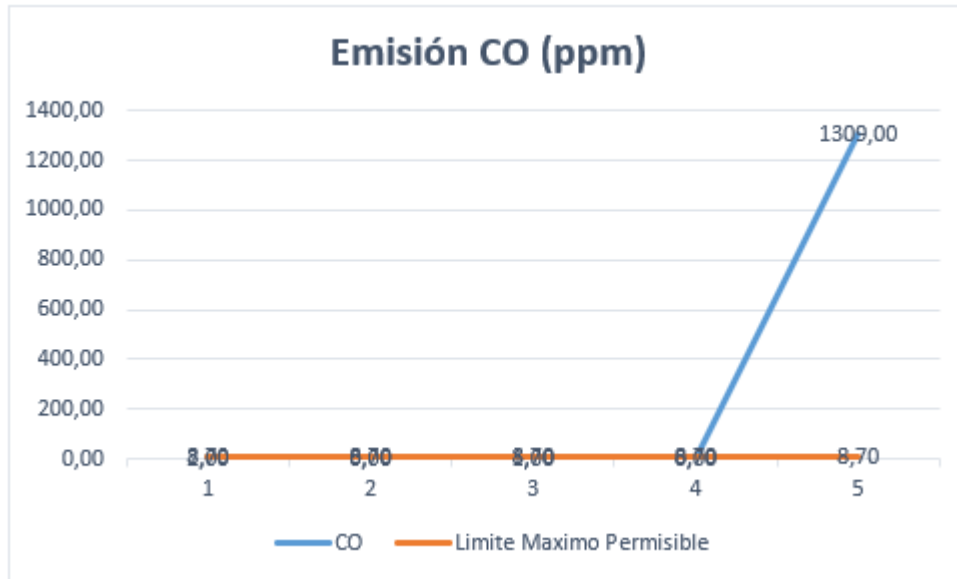


Gráfico 23-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permissible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 2

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la figura 23 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 2, los datos no sobrepasan el valor máximo permisible 20 ppm, tan solo el quinto valor de 1309 sobrepasa el límite permisible esto porque la cocción en este horno al ser de lote más pequeño se incrementó el combustible por eso este dato no paramétrico. Sin embargo Vellegas (2016, p.61), menciona que en la cocción a partir del segundo día se mantiene la temperatura elevada por lo cual las emisiones de CO aumentan; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 2, además se debe una emisión elevada debido a que el lote de producción en el horno de la ladrillera 1 fue mayor a los hornos de las ladrilleras 2 y 3 por lo cual se necesitó menor combustible para completar la cocción de los ladrillos.

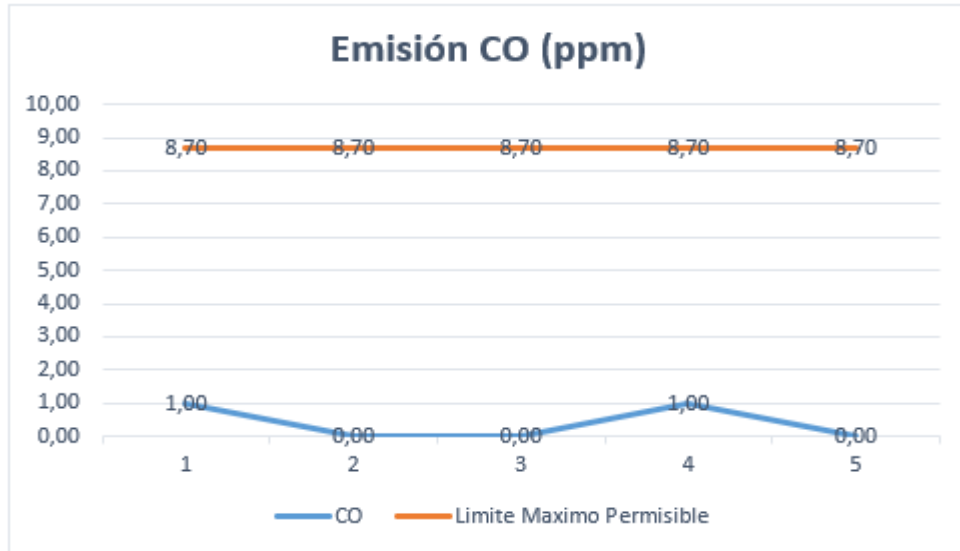


Gráfico 24-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permissible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 3

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 24-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 3, los datos no sobrepasan el valor máximo permisible, sin embargo Cepeda (2018, p.97), menciona que en la cocción a partir del segundo día se mantiene la temperatura elevada por lo cual las emisiones de CO aumentan; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 3.

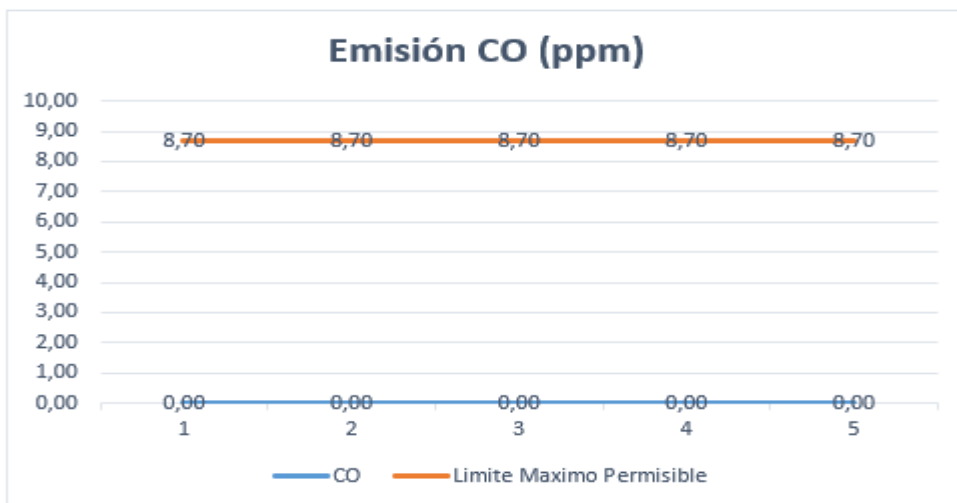


Gráfico 25-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permissible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 4

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 25-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 4, los datos se mantienen por debajo del valor máximo permisible, sin embargo Gallo (2019, p.75), menciona que en la cocción a partir del cuarto día se disminuye la temperatura elevada sin embargo la cocción de este lote que fue menor con respecto a las otras ladrilleras no termina hasta que se enfría por lo que la emisión de CO es casi nula en este horno, lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 4.

Tabla 6-4: Concentración de CO en la Ladrillera 3

Hora	Concentración de CO(ppm) en la ladrillera 3			
	Día 1 (CO ppm)	Día 2 (CO ppm)	Día 3 (CO ppm)	Día 4 (CO ppm)
8,00	2000	2	130	0
9,00	778	0	412	0
10,00	355	1	14	0
11,00	971	0	112	0
12,00	1409	1309	470	0
Sumatoria	5513,00	1312,00	1138,00	0,00
Promedio	1102,6	262,4	227,6	0

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

Las concentraciones obtenidas de monóxido de nitrógeno ambiental mediante su comparación con la tabla 6-4, se pudo verificar que en la ladrillera 3 se sobrepasan los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (Norma 8 horas) que es 8,7 ppm en concordancia a los niveles señalados, mientras que el valor dado por el acuerdo ministerial 097-A establece el valor de 200 ppm para fuentes fijas de calderas u hornos se encuentra dentro de los parámetros permisibles. Los promedios de concentración del NO para cada día en la zona de estudio fueron: 1106,2 ppm en el primer día, 262,4 ppm en el segundo día, 227,6 ppm en el tercer día, 0 ppm en día de cocción 4 estos datos es cero ya que no se agrega más material combustible por lo que la emisión se reduce.

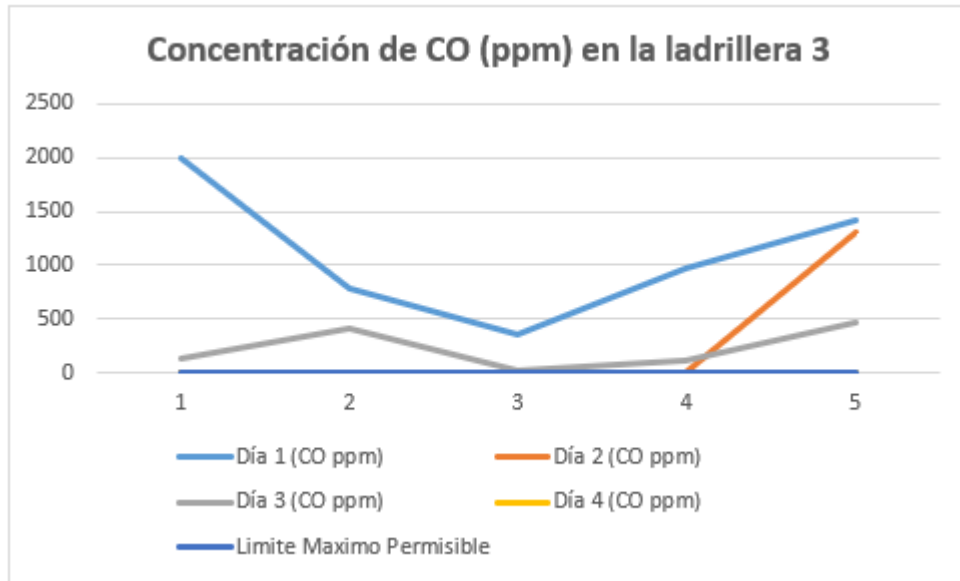


Gráfico 26-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al valor Permisible del Acuerdo Ministerial 097-A en el día 1

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

Los datos obtenidos son evidentemente mayores a los considerados permisibles por la OMS (8,7 ppm) y es probable que los valores observados debieran analizarse teniendo en cuenta otras variables tales como la altura sobre el nivel del mar, condiciones meteorológicas, etc. Mientras que si los comparamos con los valores dados por el Acuerdo Ministerial tenemos que dichas emisiones se encuentran dentro de los parámetros, de acuerdo a Cepeda (2018, p.98), menciona que los valores que se deben considerar más son los de la OMS puesto que la las ladrilleras se encuentran en la zona urbana, por lo que a pesar de las emisiones encontrarse dentro de los parámetros de una fuente fija que no usa combustibles fósiles, dichas emisiones si superan los establecidos por la OMS que puede repercutir en la salud de las personas que viven cercanas al horno de la ladrillera 3.

En contraste las emisiones se han comparado cada una por día vs el valor máximo permisible en la ladrillera 3.

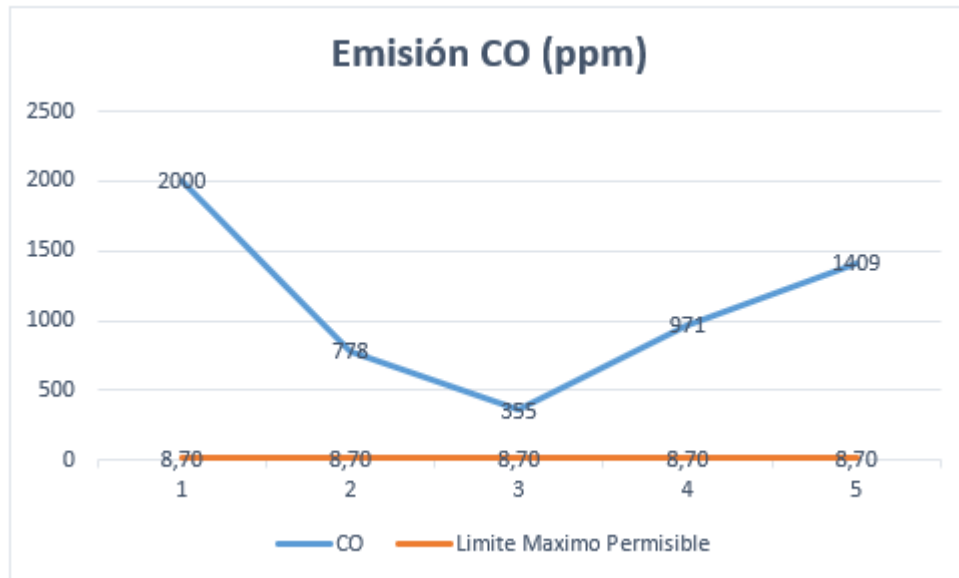


Gráfico 27-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al valor Permisible del Acuerdo Ministerial 097-A en el día 1

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 27-4 se observa, los valores obtenidos de los monitoreos en el día 1, inicialmente se encuentran por encima del valor máximo permisible siendo el primer valor 2000 ppm, segundo valor 778 ppm, tercer valor 355, cuarto valor de 971 ppm y quinto valor de 1409 ppm. Sin embargo Elizabeth (2018, p.94), menciona que en la cocción y por las condiciones atmosféricas al iniciar la cocción del ladrillo, no hay mayores emisiones de CO. De modo que los primeros datos se encuentran por debajo del límite, en contraste con Gallo (2019, p.76), menciona que ciertos hornos de ladrilleras se precalientan, lo cual genera una emisión que al integrar los ladrillos emiten CO de manera elevada, con respecto al límite permisible.

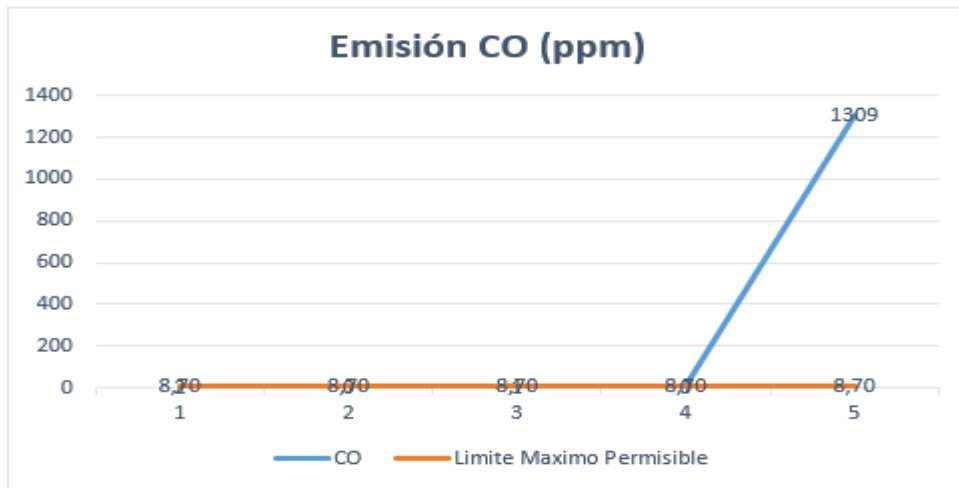


Gráfico 28-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permisible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 2

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 28-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 2, los datos no sobrepasan el valor máximo permisible, sin embargo Cepeda (2018, p.99), menciona que en la cocción a partir del segundo día se mantiene la temperatura elevada por lo cual las emisiones de CO aumentan; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 2, además se debe una emisión elevada debido a que el lote de producción en el horno de la ladrillera 1 fue mayor a los hornos de las ladrilleras 2 y 3 por lo cual se necesitó menor combustible para completar la cocción de los ladrillos.

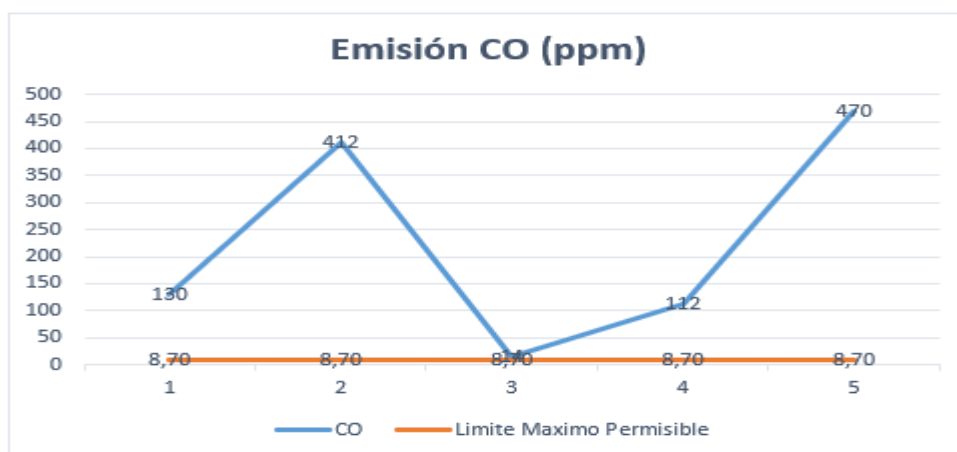


Gráfico 29-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permisible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 3

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 29-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 3, los datos sobrepasan el valor máximo permisible siendo el primer dato 150 ppm, segundo dato 412 ppm, tercer dato 12,7 ppm, cuarto dato 112 ppm y el quinto valor 470 ppm. Sin embargo Cepeda (2018, p.100), menciona que en la cocción a partir del segundo día se mantiene la temperatura elevada con rangos de 350°C a 500°C por lo cual las emisiones de CO aumentan; lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 3, teniendo en cuenta que el horno de la ladrillera es mucho más grande con respecto al horno de la ladrillera 2.

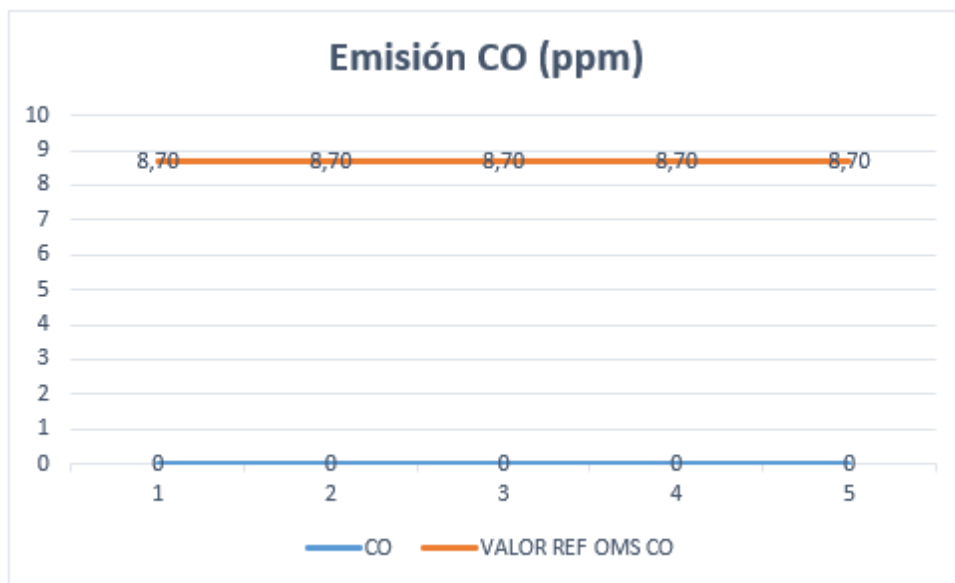


Gráfico 30-4: Relación entre los valores obtenidos de emisión de CO frente al Límite Máximo Permisible establecido por el Acuerdo Ministerial 097-A en el día 4

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 30-4 se observa, que los valores obtenidos de los monitoreos en el día 4, los datos se mantienen por debajo del valor máximo permisible, sin embargo Gallo (2019, p.77), menciona que en la cocción a partir del cuarto día se disminuye la temperatura elevada sin embargo la cocción de este lote que fue menor con respecto a las otras ladrilleras no termina hasta que se enfría por lo que la emisión de CO es casi nula en este horno, lo que contrasta con los datos del monitoreo el día 4, ya que esta ladrillera se encuentra ya en proceso de enfriado para colocar un nuevo lote.

4.3. Validación de datos - Índice de Incertidumbre de CO

La validación de los datos de emisión de CO obtenidos en campo, durante la cocción del ladrillo en 3 los 3 diferentes hornos, de mayor producción del barrio San Juan.

Tabla 7-4: Índice de Incertidumbre de CO

Sumatoria de promedio de CO por día	CO(Xi)	Media (X)	Incertidumbre	incertidumbre mínima	Incertidumbre media	Incertidumbre máxima
1368,4	342,1	251,775	2,96	248,815	251,775	254,735
1627,4	406,85	251,775		248,815	251,775	254,735
805						
227,6	56,9	251,775		248,815	251,775	254,735
Total	1007,1					

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

Entonces la medida correcta de este grupo de datos es: $251,775 \pm 2,96$ lo que significa que los datos son válidos ya que se encuentran dentro de los límites de incertidumbre (MAE, 2015, p.47).

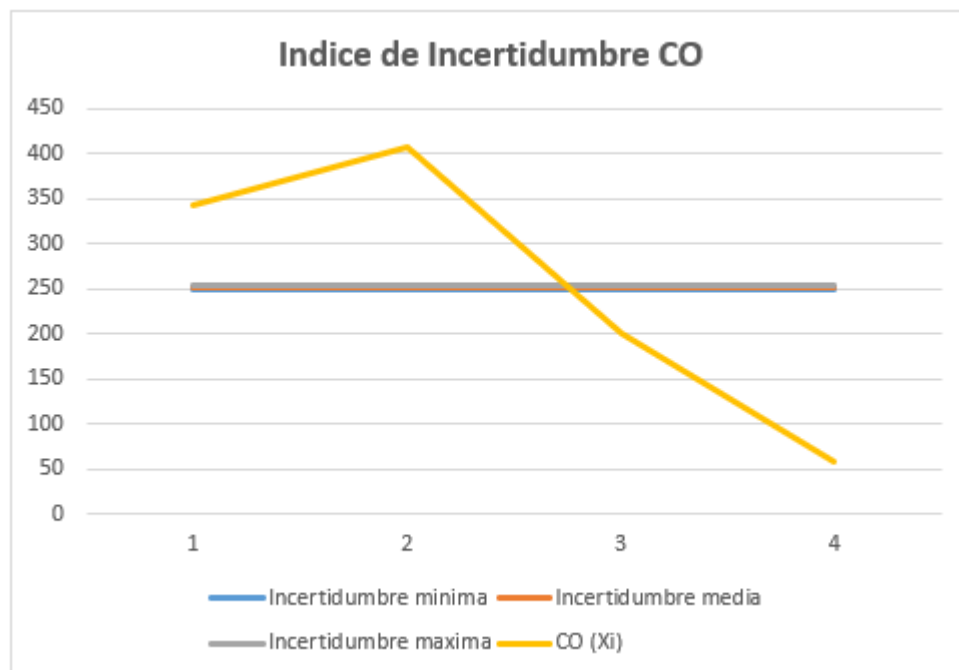


Gráfico 31-4: Índice de Incertidumbre

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 31-4 se indica que los datos obtenidos durante el monitoreo son válidos ya que se encuentran dentro de los límites tanto máximos como mínimos de incertidumbre, en contraste con Gallo (2019, p.78) que menciona que el CO ese emite con mayor cantidad de producción de ladrillos debido a la combustión de a excepción del dato de la ladrillera 2 y 3 esto debido a que en las mismas tuvieron menor lote producción lo cual representa una diferencia de emisión.

4.4. Validación de datos - Índice de Incertidumbre de NO

La validación de los datos de emisión de NO obtenidos en campo, durante la cocción del ladrillo en 3 los 3 diferentes hornos, de mayor producción del barrio San Juan.

Tabla 8-4: Índice de Incertidumbre de NO

Sumatoria de promedio de NO por día	NO(Xi)	Media (X)	Incertidumbre	incertidumbre mínima	Incertidumbre media	Incertidumbre máxima
312,7	104,233	96,831	2,05	94,78166667	96,83166667	98,88166667
464,02	154,6733	96,831		94,78166667	96,83166667	98,88166667
299,1	99,7	96,831		94,78166667	96,83166667	98,88166667
86,16	28,72	96,831		94,78166667	96,83166667	98,88166667
Total	387,326					

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

Entonces la medida correcta de este grupo de datos es: $96,831 \pm 2.05$ lo que significa que nuestros datos son válidos ya que se encuentran dentro de los límites de incertidumbre, (MAE 2015, p.48).

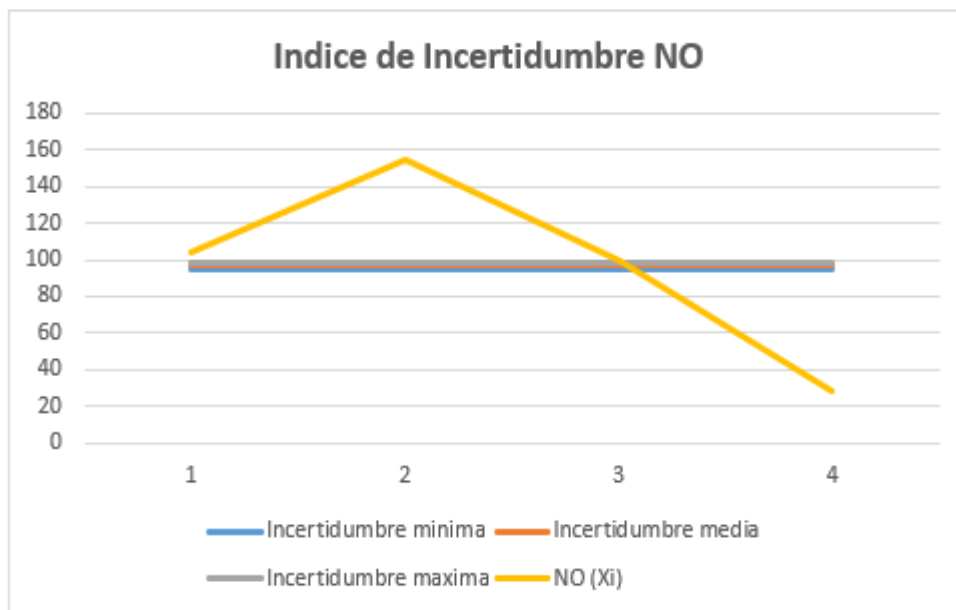


Gráfico 32-4: Índice de Incertidumbre

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la gráfica 32-4 se muestra los datos obtenidos durante el monitoreo son válidos ya que se encuentran dentro de los límites tanto máximos como mínimos de incertidumbre, como lo destaca Noboa (2015, p.45) y Elizabeth (2018, p.94), que mientras mayor sea el lote de producción en los hornos existe una correlación que se contrasta con el dato de la ladrillera 1 esto debido a que en la misma se encontró mayores valores de emisión a diferencia de las otras, esto se debe a que en este punto se cuenta con un horno de mayor capacidad de producción.

4.5. Determinación de dispersión de CO

Los datos obtenidos de CO durante el monitoreo se proceden a realizar la interpolación de los mismos mediante sistemas de información geográfica, logrando el siguiente modelo de dispersión del contaminante.

4.5.1. CO en la ladrillera 1

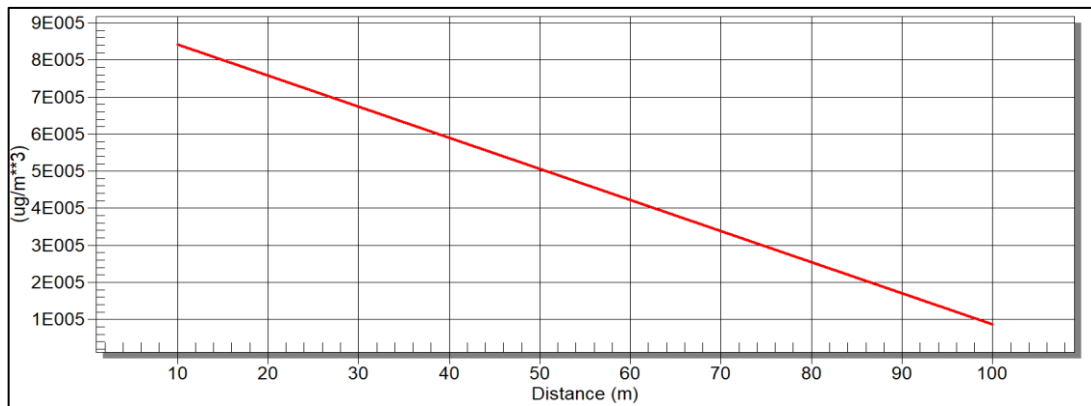


Gráfico 33-4: Dispersión de CO desde la fuente hasta los 100 metros

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

El modelo de dispersión para los valores de monóxido de carbono, debido a la cantidad de producción de los hornos artesanales, los puntos mayores de concentración se encuentran al sureste del área en estudio, siendo en el barrio denominado San Juan, el punto de mayor concentración de las ladrilleras es de 372 ppm y el menor de 53 ppm, de acuerdo a Elizabeth (2018, p.95), en la que también se monitoreo CO en ladrilleras del cantón Chambo, con un periodo de 5 horas continuas se tienen datos similares a los recientes obtenidos solo con la diferencia que se tiene un monitoreo de dicho contaminante a los 100m para poder confirmar que la dispersión de dicho contaminante es la real y para lo cual tenemos el resultado que podemos ver en el gráfico 1 de SCREEN VIEW 4.0.1 ya que a los 100 m se tiene un valor de 2.7 ppm que concuerda con lo que nos muestra el gráfico 4.

4.5.2. CO en la ladrillera 2

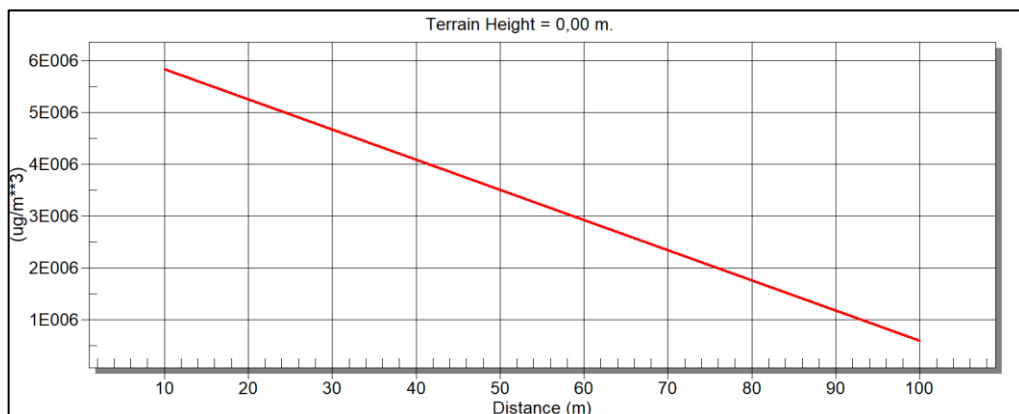


Gráfico 34-4: Dispersión de CO desde la fuente hasta los 100 metros

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

El modelo de dispersión para los valores de monóxido de carbono, debido a la cantidad de producción de los hornos artesanales, los puntos mayores de concentración se encuentran al sureste del área en estudio, siendo en el barrio denominado San Juan, el punto de mayor concentración de las ladrilleras es de 2000 ppm y el menor de 355 ppm, de acuerdo a Elizabeth (2018, p.97), en la que también se monitoreo CO en ladrilleras del cantón chambo, con un periodo de 5 horas continuas se tienen datos similares a los recientes obtenidos solo con la diferencia que se tiene un monitoreo de dicho contaminante a los 100 m para poder confirmar que la dispersión de dicho contaminante es la real y para lo cual tenemos el resultado que podemos ver en el gráfico de SCREEN VIEW 4.0.1 ya que a los 100 m se tiene un valor de 2.7 ppm que concuerda con lo que nos muestra el grafico 2. El crecimiento de los valores en el segundo día de monitoreo se da debido a que como menciona Gonzáles y Sánchez (2021, p.59) en su investigación se entiende que en el segundo día de cocción se incrementa más la temperatura por lo cual se genera una mayor emisión de dicho contaminante.

4.5.3. CO en la ladrillera 3

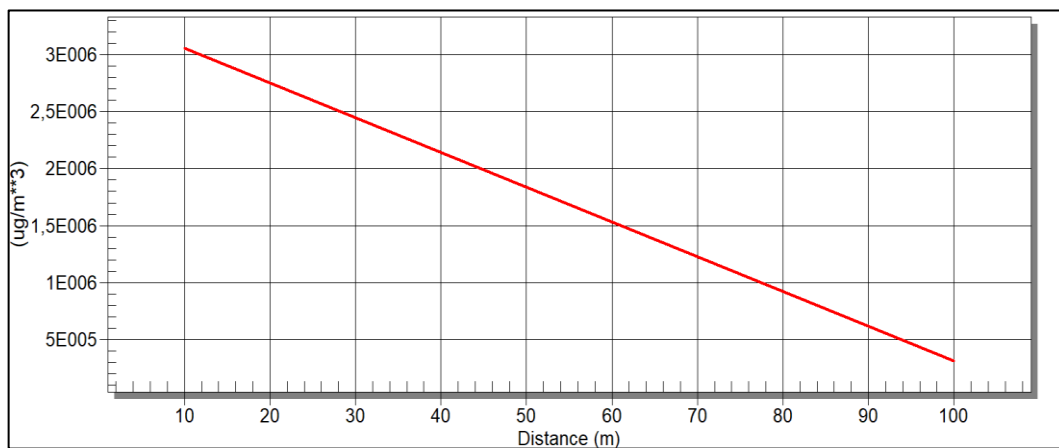


Gráfico 35-4: Dispersión de CO desde la fuente hasta los 100 metros

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

El modelo de dispersión para los valores de monóxido de carbono, debido a la cantidad de producción de los hornos artesanales, los puntos mayores de concentración se encuentran al sureste del área en estudio, siendo en el barrio denominado San Juan, el punto de mayor concentración de las ladrilleras es de 868 ppm y el menor de 227 ppm, de acuerdo a Elizabeth (2018, p.98), en la que también se monitoreo CO en ladrilleras del cantón chambo, con un periodo de 5 horas continuas se tienen datos similares a los recientes obtenidos solo con la diferencia que se tiene un monitoreo de dicho contaminante a los 100 m para poder confirmar que la dispersión de dicho contaminante es la real y para lo cual tenemos el resultado que podemos ver en el gráfico de SCREEN VIEW 4.0.1 ya que a los 100 m se tiene un valor de 2.7 ppm que concuerda con lo

que nos muestra el grafico 3. Los valores en el tercer día de monitoreo se da debido a que como mencionan Gonzáles y Sánchez (2021, p.60) y Maza (2011, p.20) en su investigación se entiende que en el tercer día de cocción se mantiene la temperatura por lo cual se genera una emisión de dicho contaminante, aun elevada con respecto al primer día.

4.5.4. Dispersión de NO emitido en las ladrilleras en el área urbana

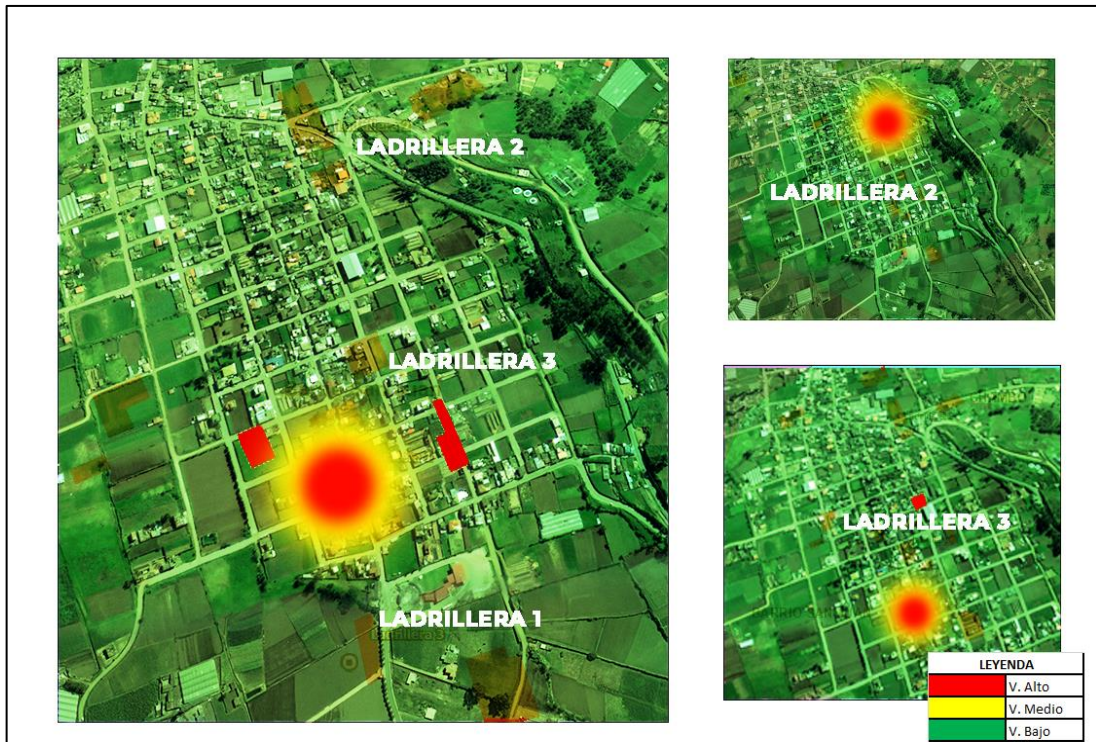


Figura 2-4: Mapa de dispersión de NO

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En el área urbana del cantón Chambo se realizó el modelo de dispersión para los valores de monóxido de carbono, debido a la cantidad de producción de los hornos artesanales, los puntos mayores de concentración se encuentran al sureste del área en estudio, siendo en el barrio denominado San Juan, el punto de mayor concentración promedio de las 3 ladrilleras es de 868 ppm, sin embargo se debe destacar que las condiciones meteorológicas de la zona presentan lluvias constantes pues no tienen una delimitación clara del invierno-verano, lo cual beneficia que la dispersión no se extienda por la lluvia como lo menciona Gallegos et al. (2006, p.57), en contraste Elizabeth (2018, p.98), menciona que la velocidad del viento presente en esta zona si es elevada lo que facilita la dispersión de los contaminantes.

4.6. Determinación de dispersión de NO

Con los datos obtenidos de NO durante el monitoreo se procede a realizar la interpolación de los mismos mediante sistemas de información geográfica, logrando el siguiente modelo de dispersión del contaminante.

4.6.1. NO en la ladrillera 1 día 1

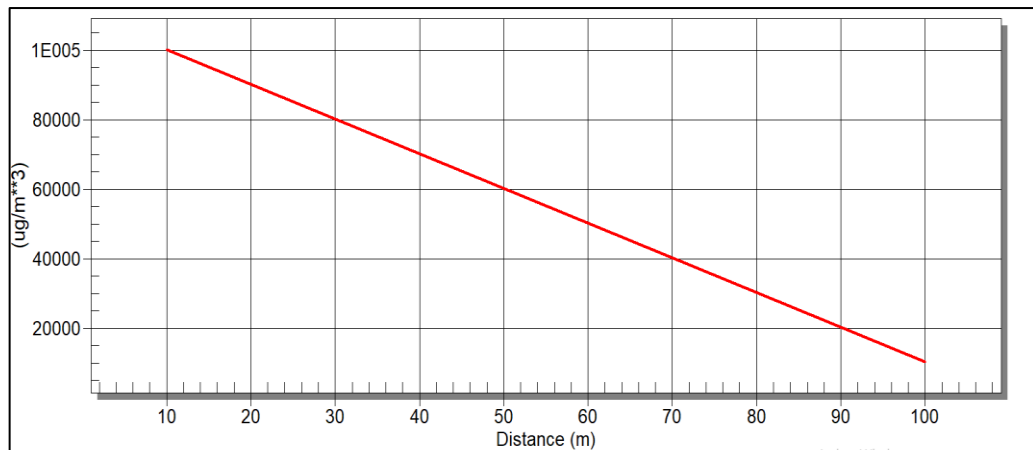


Gráfico 36-4: Dispersión de NO desde la fuente hasta los 100 metros

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

El modelo de dispersión para los valores de monóxido de nitrógeno, debido a la cantidad de producción de los hornos artesanales, los puntos mayores de concentración se encuentran al sureste del área en estudio, siendo en el barrio denominado San Juan, el punto de mayor concentración de las ladrilleras es de 44,8 ppm y el menor de 6 ppm, de acuerdo Elizabeth (2018, p.98) y Diego, (2015, p.54), en la que también se monitoreo NO en ladrilleras del cantón chambo, con un periodo de 5 horas continuas se tienen datos similares a los recientes obtenidos solo con la diferencia que se tiene un monitoreo de dicho contaminante a los 100 m para poder confirmar que la dispersión de dicho contaminante es la real y para lo cual tenemos el resultado que podemos ver en el gráfico 5 de SCREEN VIEW 4.0.1 ya que a los 100 m se tiene un valor de 6,3 ppm que concuerda con lo que nos muestra el gráfico que también se asemeja a lo que obtuvo (Maza, 2011, p.21).

4.6.2. NO en la ladrillera 1 día 2

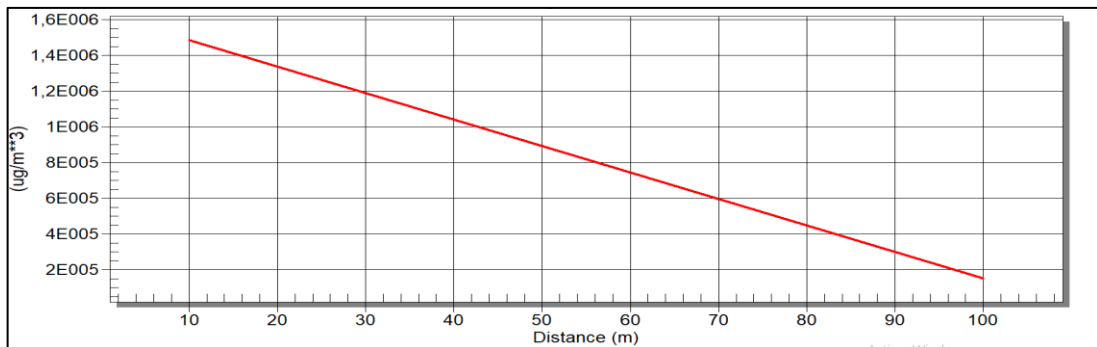


Gráfico 1-5: Dispersión de NO desde la fuente hasta los 100 metros

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

El modelo de dispersión para los valores de monóxido de nitrógeno, debido a la cantidad de producción de los hornos artesanales, los puntos mayores de concentración se encuentran al sureste del área en estudio, siendo en el barrio denominado San Juan, el punto de mayor concentración de la ladrillera es de 568,60 ppm y el menor de 91,8 ppm, de acuerdo a (Elizabeth (2018, p.99) y Diego, (2015, p.55), en la que también se monitoreo NO en ladrilleras del cantón chambo, con un periodo de 5 horas continuas se tienen datos similares a los recientes obtenidos solo con la diferencia que se tiene un monitoreo de dicho contaminante a los 100 m para poder confirmar que la dispersión de dicho contaminante es la real y para lo cual tenemos el resultado que podemos ver en el gráfico 6 de SCREEN VIEW 4.0.1 ya que a los 100 m se tiene un valor de 7,2 ppm que concuerda con lo que nos muestra el grafico. El crecimiento de los valores en el segundo día de monitoreo se da debido a que como menciona Gonzáles y Sánchez (2021, p.60) en su investigación se entiende que en el segundo día de cocción se incrementa más la temperatura por lo cual se genera una mayor emisión de dicho contaminante.

4.6.3. NO en la ladrillera 1 día 3

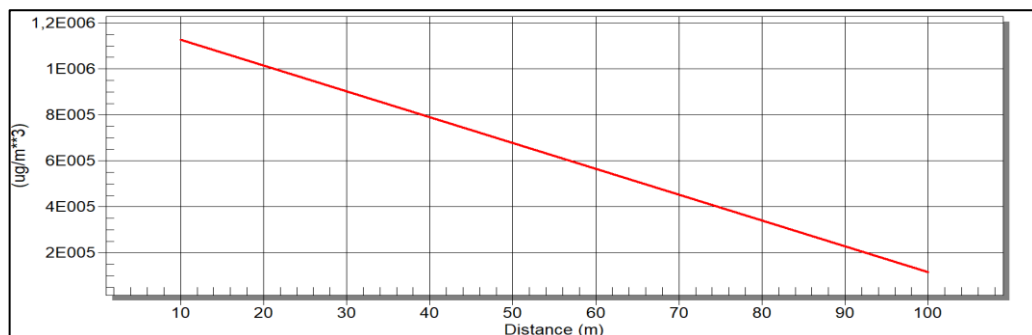


Gráfico 37-4: Dispersión de NO desde la fuente hasta los 100 metros

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

El modelo de dispersión para los valores de monóxido de nitrógeno, debido a la cantidad de producción de los hornos artesanales, los puntos mayores de concentración se encuentran al sureste del área en estudio, siendo en el barrio denominado San Juan, el punto de mayor concentración de las ladrilleras es de 341,70 ppm y el menor de 73,20 ppm, de acuerdo a Elizabeth (2018, p.100) y Diego, (2015, p.56), en la que también se monitoreo NO en ladrilleras del cantón Chambo, con un periodo de 5 horas continuas se tienen datos similares a los recientes obtenidos solo con la diferencia que se tiene un monitoreo de dicho contaminante a los 100 m para poder confirmar que la dispersión de dicho contaminante es la real y para lo cual tenemos el resultado que podemos ver en el gráfico 7 de SCREEN VIEW 4.0.1 ya que a los 100 m se tiene un valor de 2,7 ppm que concuerda con lo que nos muestra el grafico. Los valores en el tercer día de monitoreo se da debido a que como menciona Maza (2011, p.24) en su investigación se entiende que en el tercer día de cocción se mantiene la temperatura por lo cual se genera una emisión de dicho contaminante, alta con respecto al primer día.

4.6.4. Dispersión de NO emitido en las ladrilleras en el área urbana



Figura 3-4: Mapa de dispersión de NO

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En el área urbana del cantón Chambo se realizó el modelo de dispersión para los valores de monóxido de nitrógeno, debido a la cantidad de producción de los hornos artesanales, los puntos mayores de concentración se encuentran al sureste del área en estudio, siendo en el barrio

denominado San Juan, el punto de mayor concentración promedio de las 3 ladrilleras es de 372 ppm; sin embargo se debe destacar que las condiciones meteorológicas de la zona presentan lluvias constantes pues no tienen una delimitación clara del invierno-verano, lo cual beneficia que la dispersión no se extienda por la lluvia como lo menciona Jaya (2012, p.56) además de Gallegos et al. (2006, p.60), en contraste con Elizabeth (2018, p.101) menciona que la velocidad del viento presente en esta zona si es elevada lo que facilita la dispersión de los contaminantes.

4.7. Correlación de la Dispersión con los Monitoreos de NO

La correlación de Pearson entre los contaminantes se observa en la siguiente tabla:

Tabla 9-4: Coeficiente de correlación de Pearson

Datos monitoreo	Datos de dispersión
312,4	104,23
464,02	154,67
299,1	99,7
86,16	28,72
Coeficiente de Pearson	1

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la tabla 9-4 se tiene un coeficiente valor mayor a 0, lo que muestra que hay una correlación positiva; en contraste con lo que menciona Claro (2020, p.39) que una correlación de dispersión positiva, confirma que los datos están vinculados con la dispersión generada por screen view, de manera que en la gráfica de dispersión también se obtiene una línea de tendencia en la gráfica 39-4.

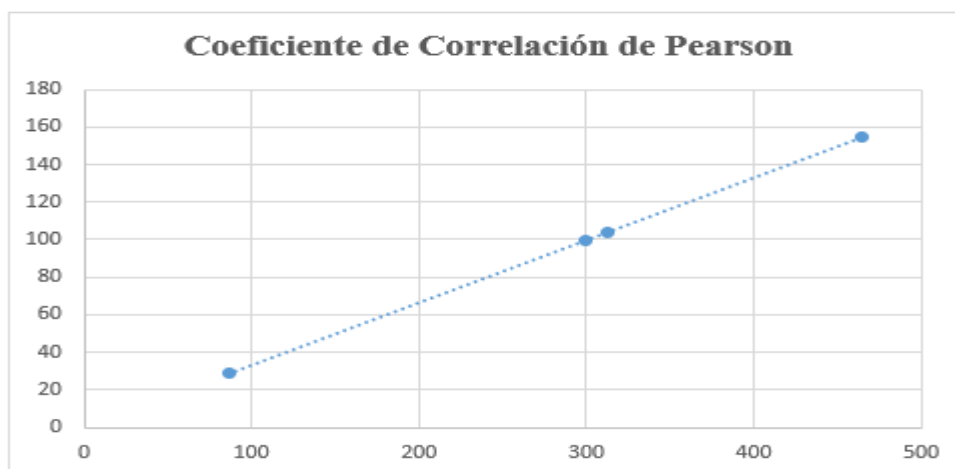


Gráfico 38-4: Coeficiente de correlación de Pearson

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

4.8. Correlación de la Dispersión con los Monitoreos de CO

La correlación de Pearson entre los contaminantes se observa en la siguiente tabla:

Tabla 10-4: Coeficiente de correlación de Pearson

Datos monitoreo	Datos de dispersión
1368,6	342,1
1627,4	406,85
805	201,25
227,6	56,9
Coeficiente de Pearson	0,999999989

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

En la tabla 10-4 se tiene un coeficiente valor mayor a 0, lo que muestra que hay una correlación positiva; en contraste con lo que menciona Páez (2020, p.48) que una correlación de dispersión positiva, confirma que los datos están vinculados con la dispersión generada por screen view, de manera que en la gráfica de dispersión también se obtiene una línea de tendencia en la gráfica 40-4.

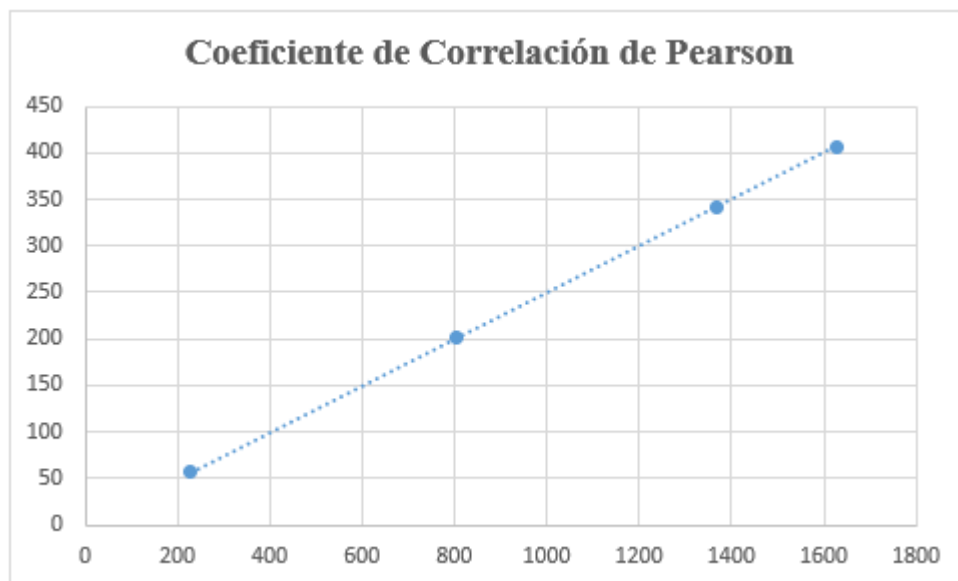


Gráfico 2-4: Coeficiente de correlación de Pearson

Realizado por: (Álvarez D, 2021).

4.9. Estrategias para la reducción de las cargas contaminantes emitidas en las chimeneas de los hornos a cielo abierto

4.9.1. *Prácticas de Producción recomendables para una disminuir la emisión de los contaminantes*

Prácticas de producción recomendables

Diseño de la cámara de combustión

La cámara de combustión del horno debe estar diseñada de acuerdo con tipo de combustible y la carga a ser procesada. Una pequeña cámara de combustión alimentada con mucha leña podría no recibir suficiente aire para la combustión y perder energía (Bayar 2018).

Inyección de aire

Permite reducir el tiempo de quema y el consumo de combustible (entre 15 y 30 %) y obtener una mejor calidad del producto. Se genera una mejor distribución del calor. Ya que la falta de aire (oxígeno) genera altas emisiones, este sistema también permite disminuir emisiones, (Dolibeth 2018).

Masa cerámica

Algunos tipos de combustible pueden ser aprovechados en la mezcla misma de la masa cerámica, tales como finos de carbón, coque de petróleo, turba, desperdicios de fibra de papel y aserrín. Esto permite reducir el consumo de combustible entre 10 y 15 % e incrementa la resistencia mecánica del producto (ELIZABETH 2018).

Tipo de combustible

Se recomienda el gas porque disminuye las emisiones de material particulado y carbón negro. El empleo de leña picada reduce hasta en 20 % el consumo de combustible. En caso de utilizar biomasa (ejemplo leña), es importante que sea de origen legal (ELIZABETH 2018).

Identificación de las propiedades de la arcilla

Se necesita conocer la granulometría (tamaño de grano), plasticidad y endurecimiento al secado de la arcilla a ser usada. En caso que no se tenga acceso a análisis de laboratorio, estas mediciones se pueden realizar a través de sencillas prácticas (NOBOA 2015).

Arreglo de piezas

Una adecuada disposición de las piezas cerámicas dentro del horno puede ayudar a que se realice una quema eficiente, así como productos de buen calidad y más uniformes. Esta práctica puede ayudar a reducir el consumo de combustible y tiempo de operación como lo menciona (Iparraguirre Medina y Valdivia Torres, 2018).

Aislamiento térmico

Los sistemas de aislamiento térmico pueden ampliar la eficiencia de los hornos. El dimensionamiento y sellado adecuado de las paredes, puertas y hornos también contribuyen a un mayor ahorro energético como lo destaca (Bayer, 2018).

Fuente: Adaptado del Manual de capacitación Sector ladrillero en América Latina (2016).

En general, el marco de acción para disminuir o mitigar los niveles de contaminación presentes en el aire, debería incluir: La planificación urbana y social, atendiendo el Plan de Ordenamiento Territorial, controles especiales sobre la contaminación de los vehículos automotores, la supervisión constante de los diversos proyectos industriales, la exigencia del cumplimiento de las leyes dispuestas, a través de los diferentes entes y autoridades ambientales y responsables de otorgar licencias-permisos y, por último, desarrollar la legislación, planes y políticas de manera tal que conformen un lineamiento claro y ajustable a cada situación como lo sugiere (MAE, 2015, p.50).

CONCLUSIONES

- Se determinaron los niveles de emisión en el caso del CO fue de 251,78 ppm y NO de 96.83 ppm los cuales se encuentran fuera los límites permisibles establecidos por el acuerdo ministerial 097-A, por lo que es importante tomar medidas correctivas para disminuir los niveles de estas ladrilleras que se encuentran en el Barrio San Juan del Cantón Chambo, ya que se determinó que las ladrilleras Sector Barrio San Juan del cantón Chambo, son informales, presentan fases de fabricación limitados, hornos deficientes en su capacidad y estructuralmente; y presentan equipos rudimentarios, la contaminación es elevada ya que no cuentan con tecnologías modernas para un mejor proceso en sus unidades producidas.
- Se realizó el modelamiento de la dispersión de los contaminantes en el cual se obtuvo 3 rangos o niveles de contaminación altos (0- 15m), medios de (15-60m) y bajos de 60m en adelante; esto se contrasta con el índice de Pearson que tiene una correlación positiva entre la cocción del ladrillo y las condiciones meteorológicas presentes en el monitoreo.
- Se determinó estrategias para la disminución de emisión de contaminantes los cuales se enfocan en mejorar cada uno de los procesos para que de esta forma sea más eficiente la cocción de los ladrillos y en conjunto con la integración de una zona determinada para la producción donde no se involucre a la población; además se destaca la relevancia de monitorear la emisión de los contaminantes que emiten las ladrilleras presentes dentro del perímetro urbano del Cantón Chambo ya que las casas cercanas a estas se encuentran dentro del rango o nivel, que repercutirá en la salud o en el estilo de vida de las personas que desarrollan su vida en este sector.
- La leña y rastrojos proveniente de la tala de los bosques como combustibles emite varios gases los cuales son nocivos para la salud de toda la población aledaña a las ladrilleras, ya que en los monitoreos en el proceso de cocción de los ladrillos el personal no contaba con equipos adecuados para evitar que su salud se vea afectada por la emisión de estos gases contaminantes, así como personas que se encuentran en las cercanías de las ladrilleras.

RECOMENDACIONES

- Realizar muestreos más continuos para determinar la afectación a la salud por la presencia de carboxihemoglobina.
- Interactuar con los factores meteorológicos para tener valores más exactos de la dispersión de contaminantes atmosféricos.
- Implementar un plan de mejoras para reducir la contaminación que generan los hornos de las ladrilleras.
- Realizar un plan de mitigación para que los hornos de cocción de los ladrillos sean más eficientes.
- Socializar los datos registrados en el presente estudio a todas las personas aledañas a las ladrilleras, para la toma de acciones de mitigación en caso de ser necesario o actividades de prevención para mantener o disminuir los niveles de contaminación.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, MIGUEL A Y NICHOLLS, C. (2011). Cambio climático y agricultura campesina : impactos y respuestas adaptativas. *Revista de agroecología LEISA*, vol. 24, no. 4.

ADAME, R. (2010). Contaminación ambiental y calentamiento global. Trillas, México.

ALDÁS, L. V. (2013). Diagnóstico y monitoreo de la calidad del aire en los predios de la Universidad Central del Ecuador. Quito.

ALMIRÓN, M., DALMASSO, A., & LLERA, J. (2013). Evaluación de material particulado sedimentable en una calera de los Berros-San Juan-Argentina. San Juan, Argentina: Scielo.

ARAGON, A. (2011). Caracterización de partículas suspendidas con elementos pesados por microscopia electrónica de barrido. San Luis de Potosí, México.

ATSDR, A. F. (2018). Reseña toxicológica de compuestos químicos. ToxFAQs.

BAQUERO, J. (2013). La depredación ambiental por la industria del ladrillo en el cantón Chambo de la provincia de Chimborazo. Riobamba: IPSUM. Bergman, J. (13 de mayo de 2011). Ventanas al universo. Recuperado de: https://www.windows2universe.org/earth/climate/black_carbon.html&lang=sp .

CCE. (2016). Cuánto más sabes sobre quemar leña. Coronel, Chile: Observatorio ecológico de coronel.

DÍAZ, V. (2015). Informe de la calidad del aire en Quito. Quito, Pichincha.

ERAZO, R. (2013). Influencia de emisiones industriales en el polvo atmosférico de la ciudad de San Luis Potosí, México, México: Revista internacional de contaminación ambiental, 22(1).

ESPINOZA, C. (2014). Contaminación del aire exterior. Cuenca-Ecuador. 2009-2013. Contaminantes. Cuenca-Ecuador: Revista de Ciencias Ambientales de la U de Cuenca.

ARIAS, L., & ARIAS, I. (2014). Producción artesanal de ladrillo en Coronado Municipio de Palmira (Valle del Cauca), relacionado con la contaminación atmosférica y su posible impacto

con la salud de las personas de la comuna 1. Colombia: Universidad de Manizales.

ATSDR. (2009). Curso de toxicología para comunidades. Atlanta: Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.

BAQUERO, J. (2013). La depredación ambiental por la industria del ladrillo en el cantón Chambo de la provincia de Chimborazo. Riobamba: IPSUM.

BAYAR, S. (2018). “DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS POR FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN DEL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE CUENCA, MEDIANTE LOS SOFTWARE SCREEN VIEW 3 Y DISPER 5.2” DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS POR FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN DEL PARQUE IN. *U. de Cuenca*.

CLARO, J.P. (2020). Tipos de contaminantes atmosféricos asociados a la fabricación de ladrillos artesanales en Colombia Jairciño. *UNAD*, vol. 2507, no. February.

CUBAS, W. (2014). Impacto ambiental de las ladrilleras ubicadas en Santa Barbara - Cajamarca. *Universidad de Cajamarca* [en línea], vol. 3, no. 2014. Recuperado de: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/618/T666.737C9622014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

DOLIBETH, C. (2018). Tesis para Optar el Título de Especialista. *Universidad Catolica De Mogrovego* [en línea]. Recuperado de: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2718/3/TL_CarhuajulcaDelgadoDolibeth.pdf.

ELIZABETH, C.O.M. (2018). DETERMINACIÓN DE NIVELES DE CO DE LADRILLERAS Y SU POSIBLE AFECTACIÓN A LA FORMACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN EL CANTÓN CHAMBO. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO* [en línea], vol. S.N., no. S.N. 2018. Recuperado de: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4789/1/UNACH-EC-ING-AMB-2018-0008.pdf>.

GALLEGOS, A., LANG, B., FERNÁNDEZ, M. y LUJÁN, M. (2006). Contaminación atmosférica por la fabricación de ladrillos y sus posibles efectos sobre la salud de los niños de zonas aledañas. *Acta Nova*, vol. 3, no. 2.

GONZÁLES, L. y SÁNCHEZ, A. (2021). Determinación De Material Particulado Sedimentable Proveniente Del Parque Industrial Del Cantón Cuenca Y Su Influencia En Las Zonas Aledañas. *Angewandte Chemie International Edition*, no. 11, pp. 57. ISSN 1098-6596.

IPARRAGUIRRE MEDINA, R.L. y VALDIVIA TORRES, A.G. (2018). Caracterización y problemática de las ladrilleras en Huachipa-Lurigancho-Lima. 2018. *Universidad Católica Sedes Sapientiae*.

JAYA, J.L. y VÁSQUEZ, J.L. (2012). Análisis comparativo de la contaminación atmosférica producida por la combustión en ladrilleras artesanales utilizando tres tipos de combustibles. *Tesis de grado*.

MAE (2015). REFORMA TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI, Decreto Ejecutivo 3516. *REFORMA TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI, Decreto Ejecutivo 3516* [en línea], vol. 0. Recuperado de: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-097.pdf>.

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN. (2010). Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales. Perú.

MAZA QUISHPY, M.E. (2011). producción más limpia para ladrilleras en la parroquia Sinincay. *Trabajo De Grado Previo a La Obtencion Del Titulo De Biologo*, vol. 0, no. 0.

NOBOA, K.P.M. (2015). *EVALUACIÓN ESPACIO – TEMPORAL DE LA PERDIDA DE CARBONO ORGÁNICO OCASIONADA POR LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS EN EL CANTÓN CHAMBO*. S.l.: s.n. ISBN 0603938531.

PDOT CHAMBO. (2014). Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Chambo. Chambo.

QUEZADA, A. (2008). Universidad Nacional De Chimborazo. *Alternativas de evaluación del lenguaje en niños pre escolares* [en línea]. ISSN ISC. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7646/1/06678.pdf>.

SIÑAMI, S., & MARCILLA, B. (2012). Problemática ambiental producida por por las

ladrilleras.

VELLEGAS PARDO, J. (2016). Evaluacion de la ecoeficiencia en las ladrilleras del distrito Mariscal Benavides, provincia Rodriquez de Mendoza, Amazonas.

ANEXOS

ANEXO A: MONITOREO DE GASES EN LA LADRILLERA 1



ANEXO B: MONITOREO DE GASES EN LA LADRILLERA 2



ANEXO C: MONITOREO DE GASES EN LA LADRILLERA 3



ANEXO D: MONITOREO DE FLUJO DE LOS CONTAMINANTES



ANEXO E: MONITOREO DE GASES DIA 2



ANEXO F: TABLA DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS CONTAMINANTES EN LA LADRILLERA 1

Hora	Concentración de NO (ppm) en la ladrillera 1				
	Día 1 (NO ppm)	Día 2 (NO ppm)	Día 3 (NO ppm)	Día 4 (NO ppm)	Límite Máximo Permissible
8,00	12,50	339,40	341,70	43,00	800,00
9,00	6,00	157,00	180,00	163,40	800,00
10,00	9,70	91,80	192,40	3,60	800,00
11,00	44,80	245,90	73,20	29,00	800,00
12,00	21,60	568,60	276,90	191,80	800,00
Sumatoria	94,60	1402,70	1064,20	430,80	
Promedio	18,92	280,54	212,84	86,16	
Hora	Concentración de CO (ppm) en la ladrillera 1				
	Día 1 (CO ppm)	Día 2 (CO ppm)	Día 3 (CO ppm)	Día 4 (CO ppm)	Límite Máximo Permissible
8,00	104,00	2000,00	868,00	130,00	8,70
9,00	125,00	778,00	557,00	412,00	8,70
10,00	53,00	355,00	583,00	14,00	8,70
11,00	372,00	971,00	227,00	112,00	8,70
12,00	141,00	1409,00	650,00	470,00	8,70
Sumatoria	795,00	5513,00	2885,00	1138,00	
Promedio	159	1102,6	577	227,6	


ANEXO G: TABLA DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS CONTAMINANTES EN LA LADRILLERA 2

Hora	Concentración de NO (ppm) en la ladrillera 2				
	Día 1 (NO ppm)	Día 2 (NO ppm)	Día 3 (NO ppm)	Día 4 (NO ppm)	Límite Máximo Permissible
8,00	339,4	0,9	12	0	800,00
9,00	157	0	163,4	0	800,00
10,00	91,8	0,1	3,6	0	800,00
11,00	245,9	0	47	0	800,00
12,00	568,6	457,7	191,8	0	800,00
Sumatoria	1402,70	458,70	435,80	0,00	
Promedio	280,54	91,74	86,16	0	
Hora	Concentración de CO (ppm) en la ladrillera 3				
	Día 1 (CO ppm)	Día 2 (CO ppm)	Día 3 (CO ppm)	Día 4 (CO ppm)	Límite Máximo Permissible
8,00	2000	2	130	0	8,70
9,00	778	0	412	0	8,70
10,00	355	1	14	0	8,70
11,00	971	0	112	0	8,70
12,00	1409	1309	500	0	8,70
Sumatoria	5513,00	1312,00	1138,00	0,00	
Promedio	1102,6	262,4	227,6	0	

**ANEXO H: TABLA DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS CONTAMINANTES EN LA
LADRILLERA 3**

Hora	Concentración de NO (ppm) en la ladrillera 3				
	Día 1 (NO ppm)	Día 2 (NO ppm)	Día 3 (NO ppm)	Día 4 (NO ppm)	Límite Máximo Permissible
8,00	339,4	0,9	43	0	800,00
9,00	157	0	163,4	0	800,00
10,00	91,8	0,1	3,6	0	800,00
11,00	245,9	0	29	0	800,00
12,00	568,6	457,7	191,8	0	800,00
Sumatoria	1402,70	458,70	430,80	0,00	
Promedio	280,54	91,74	86,16	0	
Hora	Concentración de CO (ppm) en la ladrillera 3				
	Día 1 (CO ppm)	Día 2 (CO ppm)	Día 3 (CO ppm)	Día 4 (CO ppm)	Límite Máximo Permissible
8,00	2000	2	130	0	8,70
9,00	778	0	412	0	8,70
10,00	355	1	14	0	8,70
11,00	971	0	112	0	8,70
12,00	1409	1309	470	0	8,70
Sumatoria	5513,00	1312,00	1138,00	0,00	
Promedio	1102,6	262,4	227,6	0	

ANEXO I: INFORME DEL EQUIPO ALTAIR

Muestreo atmosférico	
	
18 sep. 2021	08:30:02 GMT-05:00
Tipo de instrumento	ALTAIR® 5X
Número de serie	06008969
Canton Chambo	
Barrio San Juan	
Ladrillera 2 día 4	
<hr/>	
Muestra 1	18 sep. 2021 08:30:02 GMT-05:00
COMB	0 %LEL
NO	43.0 PPM
CO	130 PPM
SO₂	0.7 PPM
COV	24.5 PPM
Muestra 2	18 sep. 2021 09:30:02 GMT-05:00
COMB	0 %LEL
NO	163.4 PPM
CO	412 PPM
SO₂	2.4 PPM
COV	55.7 PPM
Muestra 3	18 sep. 2021 10:30:02 GMT-05:00
COMB	0 %LEL
NO	3.6 PPM
CO	14 PPM

ANEXO J: DATOS METEOROLÓGICOS PROMEDIO POR LADRILLERA

Ladrillera 1		
VEL VIENTO m/s	TEMP °C	TEMPERATURA GASES DE SALIDA
1,3	22,8	104,7
1,9	22,8	82,2
2,6	23,5	147
1,1	23,1	80,4
Ladrillera 2		
VEL VIENTO m/s	TEMP °C	TEMPERATURA GASES DE SALIDA
3,8	19,9	81,7
2,4	19,8	102,8
1,3	19,7	69,3
5,5	23,5	102,5
Ladrillera 3		
VEL VIENTO m/s	TEMP °C	TEMPERATURA GASES DE SALIDA
4,3	24,4	75,75
2,9	24,4	124,75
3,4	24,5	40,2
4,8	24,5	114,35



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE UNIDAD DE PROCESOS
TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 16 / 02 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Daniel Alberto Álvarez Cuadros</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Ciencias</i>
Carrera: <i>Ingeniería en Biotecnología Ambiental</i>
Título a optar: <i>Ingeniero en Biotecnología Ambiental</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.02.16 17:57:36 -05'00'



0303-DBRA-UTP-2022