

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Evaluación de las concentraciones de Ozono Troposférico y su
relación con el agente formador NO₂, en la ciudad de Lima
Metropolitana 2020 - 2021**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Catherine Magnolia Carrasco Suasaca
Xiomara Yolanda Cano Delgadillo

Asesor:

Ing. Dario Ccaccya Ccaccya

Lima, mayo del 2023

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Yo Dario Ccaccya Ccaccya, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Evaluación de las concentraciones de Ozono Troposférico y su relación con el agente formador NO₂, en la ciudad de Lima Metropolitana 2020 - 2021”** del (los) autor (autores) Xiomara Yolanda Cano Delgadillo, Catherine Magnolia Carrasco Suasaca tiene un índice de similitud de 19 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los doce días del mes de julio del año 2023



Nombres y apellidos del asesor
Dario Ccaccya Ccaccya

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Naña, Villa Unión, a los 13 días día(s) del mes de junio del año 2023 siendo las 09:30 horas, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga**, el secretario: **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio**, y los demás miembros: **Ing. Orlando Alan Poma Porras** y el **Mg. Joel Hugo Fernández Rojas**, y el asesor **Ing. Dario Ccaccya Ccaccya**; con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Evaluación de las concentraciones de Ozono Troposférico y su relación con el agente formador NO₂, en la ciudad de Lima Metropolitana 2020 - 2021".

de el(los)/la(las) bachiller(es): a) **CATHERINE MAGNOLIA CARRASCO SUASACA**

..... b) **XIOMARA YOLANDA CANO DELGADILLO**

conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**

(Nombre del Título profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): **CATHERINE MAGNOLIA CARRASCO SUASACA**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

Candidato (b): **XIOMARA YOLANDA CANO DELGADILLO**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Mg. Milda Amparo
Cruz Huaranga

Secretario
Mg. Jackson Edgardo
Pérez Carpio

Asesor
Ing. Dario Ccaccya
Ccaccya

Miembro
Ing. Orlando Alan
Poma Porras

Miembro
Mg. Joel Hugor
Fernandez Rojas

Catherine
Candidato/a (a)
Catherine Magnolia

Xiomara
Candidato/a (b)
Xiomara Yolanda

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	8
2.1.	Lugar de Estudio	8
2.2.	Metodología	11
2.2.1.	Registro de Concentraciones de Gases Contaminantes en el Aire.....	11
2.2.2.	Relación entre O ₃ y NO ₂	12
2.2.2.1.	Tratamiento de datos	12
3.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	15
3.1.	Evaluación de las Concentraciones de O ₃	15
3.2.	Variación de concentraciones del NO ₂	18
3.3.	Relación entre O ₃ y NO ₂	22
4.	CONCLUSIONES	25
5.	REFERENCIAS.....	27

Evaluación de las concentraciones de Ozono Troposférico y su relación con el agente formador NO₂, en la ciudad de Lima Metropolitana 2020 - 2021

Evaluation of Tropospheric Ozone concentrations and their relationship with the NO₂ forming agent, in the city of Metropolitan Lima 2020 - 2021

Catherine Magnolia Carrasco Suasaca^a, Xiomara Yolanda Cano Delgadillo^b
*EP, Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana
Unión. Lima, Perú.*

Resumen

El presente artículo evaluó las concentraciones del O₃ y su relación con el NO₂ en Lima Metropolitana 2020-2021. Para este estudio, se procesaron datos horarios mensuales de la red de monitoreo calidad de aire de Lima, luego se seleccionaron aquellas estaciones y meses con registro horario $\geq 75\%$ de representatividad. Los resultados muestran, en estación Campo de Marte, concentraciones de O₃ en abril-mayo 2020 se incrementaron a comparación del 2021, con temperatura 20.4°C y 18.9°C respectivamente. Además, se tiene un comportamiento similar en estación San Juan de Lurigancho, periodo junio 2020 y junio 2021. Las concentraciones de NO₂ en estación San Martín de Porres, periodo febrero y agosto 2020; febrero y agosto 2021, registraron un incremento de concentraciones en agosto a comparación de febrero para ambos años, debido a una disminución de velocidad del viento. La correlación positiva, cuando las concentraciones de NO₂ se incrementan e influye en la formación del O₃ y en correlación negativa, el NO₂ se incrementa y no influye en la formación del O₃. Se concluye, que un incremento de temperatura favorece en la formación del O₃ a partir del NO₂ y la intensidad de velocidad del viento influye en la dispersión del contaminante, incrementando o reduciendo su concentración en el aire.

Palabras claves: *concentraciones, NO₂, O₃, temperatura y velocidad de viento.*

Abstract

This article evaluated O₃ concentrations and their relationship with NO₂ in Metropolitan Lima 2020-2021. For this study, monthly hourly data from the Lima air quality monitoring network were processed, then those stations and months with hourly records $\geq 75\%$ representativeness were selected. The results show, in Campo de Marte station, O₃ concentrations in April-May 2020 increased compared to 2021, with temperature 20.4°C and 18.9°C respectively. In addition, there is a similar behavior in San Juan de Lurigancho station, period June 2020 and June 2021. NO₂ concentrations in San Martín de Porres station, period February and August 2020; February and August 2021, recorded an increase in concentrations in August compared to February for both years, due to a decrease in wind speed. The positive correlation, when NO₂ concentrations increase and influence the formation of O₃ and in negative correlation, NO₂ increases and does not influence the formation of O₃. It is concluded that an increase in temperature favors the formation of O₃ from NO₂ and the intensity of wind speed influences the dispersion of the pollutant, increasing or reducing its concentration in the air.

Keywords: *concentrations, NO₂, O₃, temperature and wind speed.*