



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Influencia de la congestión vehicular y material particulado menor a 2.5 micras en el campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, 2019.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Narro García, Hugo Jhonatan (ORCID: 0000-0002-0015-7054)
Quispe Ascate, Yeyson David (ORCID: 0000-0002-5863-0158)

ASESOR:

Mg. Villacorta González, Misael (ORCID: 0000-0002-5346-4824)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

TRUJILLO - PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios por darnos salud y bendición para alcanzar nuestras metas como personas y habernos permitido llegar hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional.

A nuestros padres por habernos forjado como personas que somos en la actualidad; muchos de nuestros logros se los debemos a ustedes; nos motivaron constantemente para alcanzar nuestros anhelos.

A nuestros hermanos y demás familiares en general por el apoyo que siempre nos brindaron día a día en el transcurso de cada año de nuestra carrera universitaria.

Los autores

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo por transmitirnos sus conocimientos desde el inicio de nuestros estudios superiores, que nos ha dado la oportunidad de enriquecer conocimientos y principios.

A nuestros asesores Dr. Julio Roger Chico Ruiz, Ing. Jorge Eduardo Lujan López, Dr. José Alfredo Cruz Monzón, Ing. Misael Ydilbrando Villacorta González, y al Mg. Edgar Giancarlo Cortez Cochayalle por inculcarnos sus conocimientos y apoyarnos para poder desarrollar esta investigación.

A nuestras familias que son las primeras personas a darnos enseñanzas ya que nos han brindado la fuerza, el amor, el apoyo y la confianza que siempre hemos necesitado para continuar.

Página del jurado

	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) Narro García Hugo Jhonatan, cuyo título es: Influencia de la congestión vehicular y material particulado menor a 2.5 micras en el campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, 2019.

Reunido el 17 de septiembre, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 16 (dieciséis).

Trujillo , 17 septiembre del 2020

.....
PRESIDENTE

Dr. José Alfredo Cruz Monzón

.....
SECRETARIO

Mg. German Luis Huerta Chombo

.....
VOCAL

Mg. Misael Ydilbrando Villacorta González

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) Quispe Ascate, Yeyson David, cuyo título es: Influencia de la congestión vehicular y material particulado menor a 2.5 micras en el campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, 2019

Reunido el 17 de septiembre, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 16 (dieciséis).

Trujillo, 17 septiembre del 2020.



.....
 PRESIDENTE

Dr. Alfredo Cruz Monzón



.....
 SECRETARIO

Mg. German Luis Huerta Chombo



.....
 VOCAL

Mg. Misael Ydilbrando Villacorta González

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

Declaratoria de autenticidad

Declaratoria de autenticidad

Yo, Hugo Jhonatan Narro García , identificada con DNI N° 70415720; egresada de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo-Trujillo he realizado la Tesis titula Influencia de la congestión vehicular y material particulado menor a 2.5 micras en el campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, 2019, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de mi autoría y que toda la documentación, datos e información recaudada que en ella se presenta es totalmente veraz y auténtica.



Hugo Jhonatan Narro García
DNI:70415720

Declaratoria de autenticidad

Yo, Yeyson David Quispe Ascate , identificada con DNI N° 72769976; egresada de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo-Trujillo he realizado la Tesis titula Influencia de la congestión vehicular y material particulado menor a 2.5 micras en el campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, 2019, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de mi autoría y que toda la documentación, datos e información recaudada que en ella se presenta es totalmente veraz y auténtica.



Yeyson David Quispe Ascate
DNI:72769976

Índice

	Pág.
Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	ii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	vi
Índice	viii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	ix
Resumen	x
Abstract	xi
I. Introducción	1
II. Método	13
2.1. Tipo y diseño de investigación	14
2.2. Operacionalización	15
2.3. Población y muestra y muestreo	17
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	17
2.5. Procedimiento	17
2.6. Métodos de análisis de datos	17
2.7. Aspectos éticos	18
III. Resultados	19
IV. Discusión	24
V. conclusiones	26
VI. Recomendaciones	27
Referencias	28
Anexos	32
Anexo 1: Matriz de consistencia	32
Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos	33
Anexo 3: Técnicas de recolección de datos en base teórica	33
Anexo 4: Ruta Vehicular que circulan por la Avenida Víctor Larco Cuadra 17	34
Anexo 5: Panel fotográfico	35

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1: Operacionalización de Variables	16
Tabla 2: Velocidad recorrido promedio día típico y atípico	19
Tabla 3: Determinación de la congestión vehicular en día típico y atípico	20
Tabla 4: Material particulado en el campus de la UCV.	20
Tabla 5: Congestión vehicular y material particulado en el campus de la UCV	21
Tabla 6: Correlación de Spearman	22
Tabla 7: Valores promedio de las variables de estudio	23
Tabla 8: Prueba T para muestras independientes	23

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1: Ubicación punto de muestreo campus Universidad Cesar Vallejo	15
Figura 2: Croquis de la A. Víctor Larco, cuadra 17	15
Figura 3: Velocidad recorrida promedio kmp en día Típico y Atípico	20
Figura 4: Concentraciones de material particulado PM 2.5 en día Típico y Atípico	21
Figura 5: Congestión vehicular y las concentraciones de material particulado PM 2.5	22

Resumen

El distrito de Víctor Larco Herrera, especialmente la avenida del mismo nombre tramo de la cuadra 17 se ubica el campus de la Universidad César Vallejo, la congestión vehicular es caótica debido a la gran afluencia de estudiantes que utilizan el transporte público para llegar al centro de estudios, un alto número de vehículos del parque automotor emiten gases mal combustionados a través del tubo de escape y partículas que se dispersan en el medio que respiramos, así como otras sustancias de naturaleza y composición química variada, material particulado (PM), plomo (Pb), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SOx), óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos (HC), entre otros (McGraw, 2009).

En la presente investigación se pretende identificar la influencia de la congestión DE unidades vehiculares que circulan por la avenida Víctor Larco Herrera cuadra 17 en la cantidad de partículas de diámetro menor a 2.5 micras al interior del Campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, para la cual se realizó el monitoreo comprendido en los días típicos y atípicos, siendo estos el miércoles y domingo respectivamente.

Para determinar la concentración de PM_{2.5}, se utilizó la técnica de la NTP 900.030-2003, con un dispositivo muestreador de material particulado LOW-VOL el cual aspiró el material gaseoso del medio mediante una abertura diseñada para el caso, a razón de 16.7 L/min. Las partículas presentes en el aire se separaron inercialmente en fracciones menores hasta 2.5 micras de diámetro.

Los resultados promedios obtenidos durante el monitoreo los días típico y atípico, siendo estos el miércoles y domingo respectivamente estudiados fueron, 20.85 y 8.29 µg/m³ al día, los cuales se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el Aire.

Palabra clave: Material particulado, PM_{2.5} y Congestión Vehicular

Abstract

The district of Victor Larco Herrera, especially the avenue of the same name section of the block 17 is located the campus of the Cesar Vallejo University, the vehicular congestion is chaotic due to the large influx of students who use public transport to reach the center of studies, a high number of vehicles in the vehicle fleet emit badly combusted gases through the exhaust pipe and particles that are dispersed in the medium that we breathe, as well as other substances of varied nature and chemical composition, particulate matter (PM), lead (Pb), carbon monoxide (CO), sulfur oxides (SO_x), nitrogen oxides (NO_x), hydrocarbons (HC), among others (McGraw, 2009).

In the present investigation, we intend to identify the influence of vehicular congestion on Víctor Larco Herrera avenue block 17 in the concentration of particulate material smaller than 2.5 microns in the Campus of the César Vallejo - Trujillo University, for which monitoring was carried out. in the typical and atypical days, being these on Wednesday and Sunday respectively.

To determine the concentration of PM_{2.5}, the method of NTP 900.030-2003 was used, with a sampling equipment of particulate material LOW-VOL which sucked the ambient air through an orifice in a special way at a rate of 16.7 L / min. where the particulate material was separated inertially in smaller fractions up to 2.5 microns in diameter.

The average results obtained during the monitoring on typical and atypical days, being these on Wednesday and Sunday respectively studied were, 20.85 and 8.29 µg / m³ per day, which are below the Environmental Quality Standards (ECA) for Air.

Keywords: Particulate material, PM and Vehicular Congestion

I. INTRODUCCIÓN

Medir las partículas menores a 2.5 micras ($PM_{2.5}$), es un indicador de la contaminación del aire existente en las ciudades, anteriormente se medía las partículas de diámetro de 10 micras. Estas partículas menores a $PM_{2.5}$ son generadas como producto de la combustión de diésel por unidades vehiculares, causando graves efectos en la salud humana, debido al tamaño pequeño los cuales penetran fácilmente a las vías respiratorias. **(El Ecologista, 2008).**

Actualmente en el distrito de Víctor Larco Herrera, especialmente en la avenida del mismo nombre en el tramo de la cuadra 17 se encuentra ubicado el campus de la Universidad César Vallejo. En dicha cuadra la congestión vehicular es caótica debido a la gran afluencia de estudiantes que utilizan el transporte público para acudir a este centro de estudios. El elevado número de vehículos del parque automotor que no tienen una adecuada revisión técnica, emanan gases a través del tubo de escape a causa de la mala combustión ocasionando que las partículas se dispersen al medio que respiramos, así como otras sustancias de naturaleza y composición química variada, PM, plomo Pb, CO, SOx, NOx, HC, entre otros (Mc Graw, 2009).

Según la OMS, la contaminación atmosférica se manifiesta cuando es alterada su composición por sustancias extrañas, en cantidades nocivas y en un periodo de tiempo determinado, ocasionando efectos dañinos a la salud de los humanos, animales, plantas y tierras, perturbando el bienestar y el uso de estos bienes.

La combustión deficiente de derivados del petróleo que utilizan mayormente en los vehículos automotores de transporte masivo que han cumplido su ciclo de vida es el origen principal de la afección del aire en las áreas urbanas, siendo una de las razones por la cual ya no se respira aire puro sino aire contaminado con partículas $PM_{2.5}$ ocasionando graves enfermedades en el sistema respiratorio de las personas, contraviniendo la normativa constitucional la cual en su artículo 2 inciso 22 establece “el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida”. (Camino *et al.*, 2007).

En los últimos años el problema ocasionado por la contaminación del aire se ha considerado de suma importancia local, nacional y mundial considerando las causas del aire contaminado y sus consecuencias sobre la salud humana (Andrés & Alberto, 2011).

Debido a la relación directa entre los grados de contaminación atmosférica y la salud humana, en la ciudad de Trujillo la contaminación del aire debido al parque automotor produciría enfermedades relacionadas directamente con las vías respiratorias sobre todo en las zonas de alto tránsito vehicular (SEGAT, 2012).

De acuerdo con los estudios realizados por MINSA entre los años 2002-2005, las consultas principales fueron de morbilidad por infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, incluyendo resfriados comunes, sinusitis aguda, faringitis, amigdalitis aguda entre otras, así como también infecciones de las vías respiratorias inferiores y dolencias permanentes en el sistema respiratorio, son las principales causas de morbilidad.

La mayor fuente de contaminación en la ciudad de Trujillo se considera al parque automotor (95.6%) debido a su antigüedad y combustible de derivados de petróleo que usan. (SEGAT, 2012).

Según datos del Ministerio del Ambiente en su Segunda Comunicación Anual del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático 2010, en el caso de la ciudad Trujillo, el mayor porcentaje de responsabilidad en contaminación es debido al sector transporte. (MINAM, 2014)

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) el año 2012, mediante una consultora realizó un Inventario de los Gases de Efecto Invernadero en la ciudad de Trujillo. Esta consultora identificó y cuantificó los principales focos de emisión de GEI que existen en nuestra ciudad la cual permitió planificar aquellas actividades y proyectos encaminados a aminorar las consecuencias del cambio climático a nivel provincial de cara a reducir el impacto y las repercusiones provocadas por este tipo emisiones.

La Universidad César Vallejo – Trujillo se encuentra colindante con la avenida Víctor Larco Herrera lugar de alto tránsito del parque automotor masivo del cual muchos de estos vehículos presentan deficiencias en su combustión ocasionando contaminación

atmosférica con material particulado de monóxido de carbono ocasionando efectos perniciosos en los seres humanos.

Esta contaminación se extiende al interior del campus de la Universidad César Vallejo, teniendo una alta probabilidad de afectar la salud de los estudiantes, docentes y administrativos que frecuentan diariamente esta área de estudio y trabajo; por esta razón el presente estudio pretende medir las concentraciones de material particulado 2.5 micras dentro del campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, provenientes del parque automotor que circula por la avenida Víctor Larco Herrera.

Algunos trabajos previos como el de Muñoz, F. (2016). Tesis titulada, “Un índice en salud de calidad del aire (ISCAP) basado en la exposición de corto plazo a $PM_{2.5}$ como una herramienta de gestión para la comunicación en salud”; mostró a través de modelamiento estadístico, la construcción de un indicador ambiental para la protección en salud –ISCAP-, el cual puede ser usado para tomar decisiones a nivel local para reducir el riesgo de (sobre) exposición a $PM_{2.5}$ causada por el efecto de llenado de partículas finas, como ha sido visto los últimos años en la cuenca de Santiago.

Según Mancilla, Y. (2012) En su tesis titulada “Estimación de factores de emisión de $PM_{2.5}$ provenientes de fuentes vehiculares a partir de mediciones en el túnel de la Loma Larga del área metropolitana de Monterrey”; utilizó como lugar experimental el Túnel de la Loma Larga, donde se caracterizaron las emisiones de vehículos a gasolina de trabajo ligero (97%). Se colocaron dos puntos de muestreo, representando la entrada y salida del túnel. En estos puntos se determinaron las concentraciones de $PM_{2.5}$, utilizando muestreadores de bajo volumen, además de equipos de medición en tiempo real.

Del mismo modo Munir (2017), en su obra titulada, “Analysing temporal trends in the ratios of $PM_{2.5}/PM_{10}$ in the UK, aerosol and air quality research”, determinó que el diámetro del polvo en el aire es una causa definitiva para calcular el tiempo que permanecen las partículas en la atmósfera, así como para determinar en qué partes del tracto respiratorio se podrían depositar. En consecuencia, la fracción $PM_{2.5}/PM_{10}$ es un indicador de la presencia de partículas finas en el aire que contribuye al estudio del tamaño de las partículas.

Así también Gomiscek, *et al.*, (2004), en su trabajo titulado, “Spatial and temporal variations of PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀ and particle number concentration during the AUPHEP-project, atmospheric environment”, analizaron estudios epidemiológicos generales para afirmar que la fracción de partículas finas en el aire tiene un impacto considerable sobre la salud humana, incluso en concentraciones por debajo de los límites establecidos para PM_{2.5} en las normas internacionales.

Así mismo Pérez, J. (2015), en su tesis titulada, “Índice de Calidad de aire y la concentración de PM apoyado en el D.S N° 074-2001 PCM - distrito de Morales, departamento de San Martín Perú”. Determinaron que la cantidad de PM 2.5 en los sitios estudiados, Jr. Alfonso Ugarte y Jr. Victoria Vásquez, mostraron niveles (12.8 µg/m³, 20.8 µg/m³, 14.2 µg/m³, 10.7 µg/m³ y 22.5 µg/m³, 18.4 µg/m³, 19.2 µg/m³, 12.7 µg/m³) valor debajo del límite permitido 25 µg/m³ por las ECAS aire D.S N.° 003-2008 MINAM, se compararon los datos obtenidos con las normas de calidad de aire, obteniéndose niveles de riesgo amarillo y verde logrando una valoración medido y satisfactoria, interpretando que la característica del aire es tolerable y cumpliendo con los ECA, lo cual favorece la realización de actividades al aire libre, restringiéndose para personas susceptible.

Investigadores como Castillo, M. (2014). En su tesis titulada, “Análisis del diseño de la política de la calidad del aire de la municipalidad metropolitana de Lima: 2010 – 2012”; concluye, para lograr la disminución de la contaminación del aire, se tienen que implementar medidas eficaces para usar combustibles menos contaminantes y modernizar el parque automotor, aplicando medidas como el chatarreo.

También Hilario, N. (2016) En su tesis “Emisiones contaminantes de vehículos del distrito de Huancayo” cuantificando las características del aire concluyen que la cantidad de partículas (PM_{2.5}) superan los ECA para aire (25 µg/m³) y para el dióxido de azufre (SO₂) las cantidades también sobrepasan los ECA (20 µg/m³). En la localidad de Huancayo la exposición de los habitantes se le imputa principal mentalmente al aumento de unidades vehiculares.

La investigación de Saavedra, J. (2014). En su tesis, “Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico

vehicular”, concluye en, las emisiones producidas en horas de tráfico dependen de la velocidad media, tipo de carburante y tecnologías (GLP, GNV y vehículos híbridos) el uso de catalizadores. A medida del aumento de la velocidad promedio de los automóviles la emisión de gases disminuye logrando un mínimo del 31% a una velocidad de 60 km/hora y vuelven a aumentar las emisiones cuando la velocidad sigue subiendo. Con el uso de un 5% de automóviles a gas natural, automóviles híbridos y automóviles con catalizadores, las emisiones de automóviles descenderían en 2.7, 3.4 y 2.3 % respectivamente.

Según Mendoza, M. (2014). En su tesis titulada, “Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles para la gestión de la calidad el aire en el cercado de Tacna, 2011-2012”, determinó que la evaluación de los contaminantes atmosféricos se asienta en el uso de combustible del parque automotriz, siendo alto el volumen de (74% CO), continuado de (13% COV), asimismo (12% NOx); y otros contaminantes en una escala más baja.

Así como Moreano, D. y Palmisano, A. (2012). En su tesis, “Nivel de afectación de la contaminación atmosférica y sus efectos en la infraestructura del campus universitario debido a emisión de partículas PM_{2.5} y CO”, ha corroborado la existencia de contaminantes como CO y PM_{2.5} en el campus de la Universidad. Elaborando una regresión del ICA y sus valores de PM_{2.5} y CO determino que la información obtenida en su investigación es representativa y asumirse en el presente caso a toda la universidad con una certidumbre del 94.9%. Con la regresión elaborada obtuvo una ecuación para el ICA, para el PM_{2.5}, debido al que el valor de CO está por debajo del máximo permitido.

Del mismo modo Huerta, G. y Quiroz, P, (2015). en su informe titulado, “Evaluación de área saturada de la red vial metropolitana de Trujillo”, determino que mayor circulación vehicular ocurren en las Av. Nicolás de Piérola y Av. Víctor Larco presentando un alto flujo vehicular en hora pico y aminorado en las Av. Mansiche y Av. Vallejo-Los Incas. El 15% de vehículos que circulan son parte del transporte público y destacando que 43% son taxis y 11% autos colectivos. Por las Av. Vallejo, Av. Jesús Nazaret y Av. América Norte transitan alrededor de 380 vehículos de transporte público en hora pico.

La concentración atmosférica de CO₂ (320 ppm), es alrededor de 10.000 veces la de SO₂ y NO₂ (20 ppb) Brimblecombe, (1986), en consecuencia, la concentración de dióxido de carbono tiene efecto más significativo.

Las partículas PM_{2.5} tienen un amplio espectro de características de forma, químicas, físicas y termodinámicas (EPA, 2004). Estas se emiten al medio y ambiente como resultado de variadas acciones, naturales o realizadas por el hombre (Artiñano *et al.*, 2003). Dentro de los hechos naturales están las emisiones volcánicas y las partículas arrastradas por el viento, como el aerosol marino. Entre las actividades realizadas por el hombre están la emisión de gases y PM resultado de los motores de combustión interna de los barcos de navegación marítima entre otros. Así mismo investigadores como (Sternbeck, S. & Andréasson, 2002; Baltrėnas & Morkūnienė, 2006; Richmond-Bryant *et al.*, 2009) han difundido que las emisiones de gases vehiculares, son los componentes principales que causan el desgaste de la calidad del aire (Toro *et al.*, 2001), alterando su composición química de la atmósfera a nivel local y regional (Maldanova *et al.*, 2009).

La importancia del estudio de las fuentes de emisiones contaminantes, radica en que la identificación, clasificación y evaluación de su situación, constituye el primer paso en cualquier plan de acción que busque disminuir la contaminación atmosférica y a su vez amplia el panorama permitiendo tomar medidas preventivas y no tanto correctoras. (MINAM, 2017).

Muchas de estas fuentes de contaminación, a su vez, generan productos de consumo útiles, crean millones de empleos y prestan servicios y comodidades, por lo que no resulta viable clausurarlas. Pero es urgente que implanten procesos para minimizar y manejar adecuadamente sus emisiones con el fin de proteger el medioambiente ya que sin este no importará el beneficio económico obtenido a corto plazo siendo destruido en el largo plazo, debido a que será inhabitable (Rosas, 2018).

Todas las fuentes naturales son las causantes de menor contaminación, en comparación a las generadas por los seres humanos; en los últimos años el hombre representa una seria amenaza para el ecosistema cuando superan los límites máximos permisibles (PUCP, 2012 y Rosas, 2018).

La atmósfera está constituida por la capa superficial gaseosa que cubre la tierra alcanzando un espesor aproximado de unos 200 kilómetros. Es el principal sistema de protección de las diferentes formas de vida. La evolución en miles de millones de años ha logrado su actual composición y estructura que la hacen ideal para la vida de los seres que la ocupan. Protege a los seres vivos absorbiendo las radiaciones ultravioletas UV, así como un amplio espectro de radiaciones que causan efectos dañinos que extinguirían toda forma de vida sobre el planeta, el ozono y el oxígeno de la atmósfera, protegen a los seres vivos actuando como un filtro absorbiendo la mayoría de las radiaciones UV.

La atmósfera está constituida por varias capas concéntricas: Las capas inferiores, que no tienen una altura constante, se denominan: troposfera y estratosfera y las capas superiores, se les denomina ionosfera y exosfera.

La mezcla de compuestos gaseosos que conocemos como aire constituye la atmósfera son aquellos componentes principales del aire son, nitrógeno y oxígeno en las partes inferiores de la troposfera, también contienen cantidades pequeñas de argón, dióxido de carbono, neón, helio, ozono y otros gases. Además, contiene proporciones variables de partículas pequeñas que se originan de la superficie terrestre, así como vapor de agua.

Las composiciones porcentuales en volumen de los componentes del aire son: 78,084% de nitrógeno (N_2), 20,94 % de Oxígeno (O_2), 0,934 % de argón (Ar) y 0,032 % de dióxido de carbono (CO_2)

La contaminación atmosférica se refiere a la presencia de partículas, compuestos químicos orgánicos e inorgánicos o presencia de ondas energéticas (irradiaciones, oscilaciones, ruido, ionizantes, etc.) que ocasionen riesgo, molestia o daño a los seres vivos, sus bienes o alteran el ambiente. Los problemas ambientales se pueden presentar a nivel local o regional, afectando regiones o áreas más extensas de la tierra. Se denominan contaminantes a las sustancias o formas de energía exponen a riesgo la salud de los seres vivos, su bienestar, sus recursos o el medio en que viven, directa o indirectamente, y al proceso de dispersión de estos contaminantes al ambiente se le da el nombre de emisión y a la concentración de estos agentes emitidos, trasladados y dispersados en la atmósfera inmisión.

Algunos agentes que contaminan el aire están clasificados en primarios y secundarios: primarios se consideran a las sustancias en la atmósfera como resultado de las emisiones naturales. Como partículas de los (HC), los (SO₂), el (CO), el (CO₂), el (NO₂) y el (Pb). Dentro de los secundarios tenemos contaminantes como consecuencia de reacciones químicas de dos o más contaminantes primarios, como oxidaciones fotoquímicas y otros de corta duración como el ozono (O₃).

La calidad de la atmósfera en una ciudad, un centro poblado o zona está determinada por la cantidad de material particulado que se encuentra flotando en el ambiente o depositado sobre el suelo. La flotación en el aire se ve favorecida por su tamaño pequeño del orden de micras, equivalente a la millonésima parte de un metro, lo cual las hacen muy livianas, las cuales sumadas a su forma y variaciones en el clima como la temperatura del medio y los vientos favorecen su dispersión.

De forma masiva afectan a la salud de las personas más que otros contaminantes, están constituidos principalmente por sulfatos, nitratos, amoníaco, NaCl, el CO, PM y pequeñísimas gotas de agua. Formando una combinación compleja de partículas sólidas, líquidas, sustancias orgánicas e inorgánicas en suspensión en el aire. A pesar de que las partículas de 10 micrones o menos (\leq PM₁₀) de diámetro consiguen ingresar y asilarse dentro de los pulmones, existen otras partículas como las de diámetro de 2.5 micrones o menos (\leq PM_{2.5}) que son perjudiciales para la salud. El PM_{2.5} puede atravesar la barrera pulmonar e ingresar al sistema sanguíneo. La exposición permanente a estas partículas constituye un alto riesgo a para la salud, ocasionando enfermedades cardiovasculares y respiratorias, como el cáncer de pulmón.

Las contaminaciones del aire por partículas pequeñas se expresan como el promedio de las concentraciones diarias o anuales de partículas PM₁₀ por metro cúbico (m³) de aire, expresando la calidad como microgramos (μ g) /m³. Con instrumentos de medición más sensibles, las concentraciones de material particulado fino se expresan como PM_{2.5} o más pequeñas.

Las partículas PM_{2.5}, son menores a 2.5 micrómetros, son aquellas constituidas por partículas de un calibre aerodinámico igual o menor a 2.5 micrómetros. Constituyendo un factor de alto riesgo para la salud humana, que a su vez son una de las principales

causa de muerte prematura en la población más vulnerable y con escasos recursos económicos, añadiéndose a ello su poca accesibilidad a centros de tratamiento primarios hasta que ya es irreversible o muy complejo el problema (Montes, 2011).

Según Guevara (2012) son partículas más pequeñas que las que vemos por efecto Tyndall a la luz del sol, ingresan con muchísima facilidad a los pulmones y al torrente sanguíneo. Estas partículas finas son ocasionadas por los GCV, generadores eléctricos, la combustión de madera, así como procesos industriales; las P de 2.5 y 10 μg de tamaño, también se originan de los polvos que se elevan en las trochas carrozables no pavimentadas; estas micropartículas se acumulan en el sistema respiratorio produciendo en el efectos adversos y complejos que pueden conllevar a enfermedades o en el peor de los casos a la muerte; las partículas PM_{10} pueden agravar el asma y bronquitis crónica y las más finas están asociadas a efectos más graves. Las partículas menores a 2.5 μm no son medidas en muchas ciudades, aun cuando son un mejor indicador de la contaminación en las ciudades, las que se utilizan en la actualidad, son las PM_{10} . Quizás por se origina por el hombre en una mayor cantidad, debido a que las $\text{PM}_{2.5}$ en su mayoría son el resultado de los gases producto de la combustión interna de vehículos diésel en la ciudad. Las consecuencias sobre la salud humana son muy graves, por su facilidad de penetración en el sistema respiratorio.

Las consecuencias generadas por la polución de la atmósfera con $\text{PM}_{2.5}$ y su repercusión a la salud humana (OMS) son: infección de ojos y del sistema respiratorio, absorción por las vías respiratorias y depósito en los alvéolos pulmonares, causantes de asma y tumores bronquiales, interfieren en la fotosíntesis de las plantas no permitiendo la absorción de CO_2 del ambiente al impedir el ingreso de la luz solar, depósitos de monóxido de carbono en edificios y otros bienes, aumentan el efecto de otros contaminantes gaseosos, etc. Estos efectos causan lesiones al aparato respiratorio; producen la muerte de las células en plantas (necrosis), quemaduras en las plantas jóvenes ocasionando su destrucción, impiden la alimentación de las plantas.

Los límites máximos permitidos están regulados por los estándares de calidad ambiental (ECA), la ley general del ambiente (ley N° 28611) que tipifica los estándares de calidad ambiental en su artículo 31.

Los estándares de calidad ambiental, ECA son normas que establece los niveles máximos o mínimos de concentración de sustancias o parámetros fisicoquímicos y biológicos, presentes en el aire, aguas o suelo, de acuerdo a su papel de receptores, que no representan riesgo significativo para la salud humana y el ambiente.

El límite máximo permisible, está referido a la cantidad máxima permitida de concentración o cantidad de elementos, sustancias o parámetros fisicoquímicos y biológicos, que debe contener un efluente o una emisión, la cual al exceder puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigido por ley y fiscalizado por la autoridad competente. De acuerdo al parámetro en particular al que está referido, la concentración o cantidad puede ser expresado en máximos, mínimos o rangos.

El LMP tiene relación entre el grado de protección ambiental normado para una fuente específica o los niveles generales establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). El establecimiento de estos ECAS debe asegurar que no se exceda los límites permitidos en los ecosistemas, en concordancia con la normativa ya establecida sobre el tema”.

El Decreto Supremo N° 003-2017-MINAN reglamenta los estándares nacionales y la calidad ambiental del aire.

Los ECAs de aire han sido establecidos para cuidar la salud humana, las ordenanzas para cuidar la calidad del aire están basadas en la protección a la salud, las actividades económicas, ambientales y sociales. La Ley en su Art 3 tipifica: “la contaminación atmosférica, se origina por sustancias o elementos que en elevados niveles de concentración ocasionan efectos a la salud y bienestar del ser humano”.

En la presente investigación nos planteamos el siguiente problema: ¿Cuál es influencia de la congestión vehicular en la avenida Víctor Larco Herrera cuadra 17 en la concentración de material particulado menor a 2.5 micras en el Campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, 2019?

El presente estudio se justifica debido a la contaminación de la atmósfera por sustancias extrañas como sustancias orgánicas e inorgánicas, así como por material particulado

PM_{2.5} que se ha transformado en un dilema universal, debido a la generación de efectos nocivos a la salud humana con respecto a la salud y el desarrollo del mismo (Mendoza, 2014).

La presente investigación determinó los niveles de contaminación con PM_{2.5} en el campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, esta información servirá para tomar medidas y reducir los efectos negativos en la salud de los estudiantes, docentes y administrativos que frecuentan diariamente dicho campus.

La Organización Mundial de la Salud, considera que la contaminación ambiental del aire, en las ciudades como en las áreas rurales, ha causado más de 4,2 millones de muertes prematuras al año en el mundo; esto debido a la exposición a partículas pequeñas de diámetro 2,5 micrones o menos (PM_{2.5}), que causan enfermedades cardiovasculares, respiratorias, y cáncer (OMS, 2018).

El material particulado, está constituido por partículas o gotas en suspensión presentes en la atmósfera y se puede clasificar en (PM₁₀ tamaños menores a 10 micras) y fino (PM_{2.5} tamaños menores a 2,5 micras) y se asocia a enfermedades respiratorias agudas y crónicas, como enfermedades cardiopulmonares y cáncer de pulmón (Srimuruganandam & Shiva, 2012). En la presente investigación nos planteamos las siguientes hipótesis:

H1: La congestión vehicular de la avenida Víctor Larco Herrera cuadra 17, influye en la concentración de material particulado menor a 2.5 micras en el Campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, 2019.

H0: La congestión vehicular de la avenida Víctor Larco Herrera cuadra 17 no influye en la concentración de material particulado menor a 2.5 micras en el Campus de la Universidad Cesar Vallejo – Trujillo, 2019.

Como objetivo general: Evaluar la influencia de la Congestión Vehicular en un día típico y atípico de la semana en la Avenida Víctor Larco Herrera cuadra 17 en la concentración de PM_{2.5} en el Campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, 2019.

Como objetivos específicos: Monitorear el flujo vehicular en la Av. Víctor Larco Herrera cuadra 17 en día típico y atípico de la semana. Determinar la congestión vehicular en la Av. Víctor Larco Herrera cuadra 17 en día típico y atípico de la semana. Monitorear la

concentración atmosférica de $PM_{2.5}$ en el campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo 2019, en día típico y atípico de la semana. Evaluar la influencia de la de congestión vehicular en la Av. Víctor Larco Herrera cuadra 17 en la concentración $PM_{2.5}$ en el campus de la Universidad César Vallejo en un día típico y atípico de la semana.

II. MÉTODO

En la presente investigación para determinar la concentración de PM_{2.5}, se utilizó la metodología NTP 900.030-2003, con un dispositivo muestreador de material particulado LOW-VOL el cual aspiró el aire ambiental por un orificio de forma específica, a razón de 16.7 L/min; en el cual el PM fue apartado de manera inercial en partes menores hasta 2.5 micras de diámetro.

Las muestras fueron recolectadas en filtros de material cuarzo pesados previamente, un día típico y uno atípico, para un período de 24 horas. Una vez estabilizada la humedad por el equipo de modo manual y apoyándose en la psicometría, el filtro fue pesado en una balanza y el incremento obtenido en peso dividido entre el volumen total de aire succionado, estos valores fueron corregidos considerando la presión y temperatura de trabajo los días de monitoreo.

La congestión debido al exceso vehicular, generó la saturación del flujo en las vías, ocasionando atoramientos e incrementos en los tiempos de viaje, especialmente en las horas llamadas “punta”, la unidad utilizada fue la velocidad, en kilómetros por hora – kph, tomando como base la razón de disminución de la velocidad a flujo libre de la vía, el tramo de la vía a estudiada fue considerada como congestionada cuando el turno de viaje de los beneficiarios se incrementó en un 50% en relación al periodo de desplazamiento idónea (contrastado a la Velocidad de flujo libre)”, (Huerta y Quiroz, 2015).

El aumento en los periodos de viaje fue establecido de forma opuesta a la disminución de la velocidad media de tránsito, para un aumento en el tiempo de viaje del 50% (T*1.5), lo cual implica un 40% en la reducción de la velocidad (op cit)

$$E = V * (T * 1.5)$$

$$V = (E / T) * 0.66$$

Dónde:

E: espacio; V: velocidad y T: tiempo

Lo cual implica que, “un trayecto de vía asumirá la situación de congestionada si su velocidad media espacial es menor al 60% del valor de su velocidad a flujo libre”.

En la presente investigación se consideró la velocidad media espacial según Ordenanza Municipal N°036-2014-MPT; Artículo N° 7, para los límites de velocidad en el sistema vial urbano metropolitano de Trujillo:

- a) Vías metropolitanas o arteriales: 60 km
- b) Vías principales o colectoras: 50 km
- c) Vías locales: 40 km
- d) Para zonas de hospitales: 30 km
- e) Para zonas escolares: 25 km

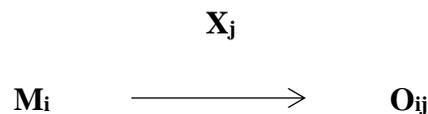
2.1. Tipo y diseño de investigación

No experimental,

Tipo de Investigación: Aplicada Cuantitativa

Nivel de Investigación: Relacional

Método: Deductivo: General ----- Particular



Dónde:

M_i: Congestión vehicular: número de vehículos en el tiempo.

X_j: Gases residuales de la combustión vehicular

O_{ij}: Concentración de PM menor a 2.5 micras ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en el campus Universidad César Vallejo

i: 1 puntos de muestreo, en día típico y en día atípico, 24 horas

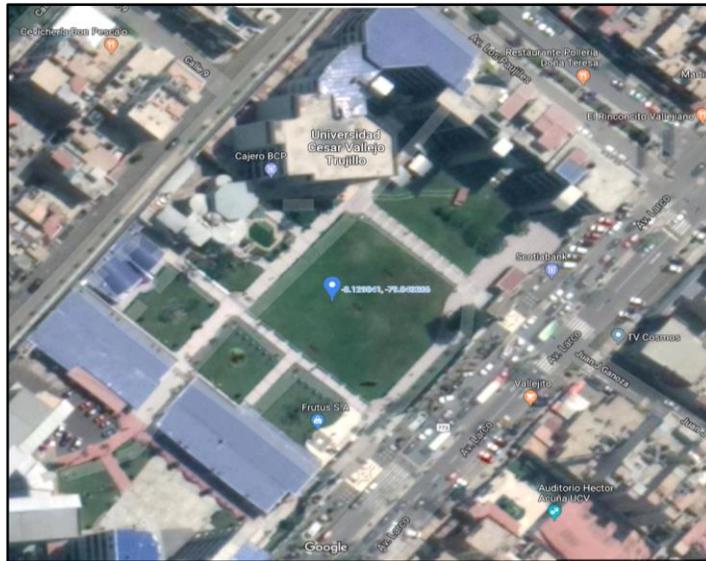


Figura N° 1. Ubicación punto de muestreo campus Universidad Cesar Vallejo

Fuente: Google Earth

Ubicación Punto de Muestreo: **UTM -8.129041 Latitud; -79.043286 Longitud**

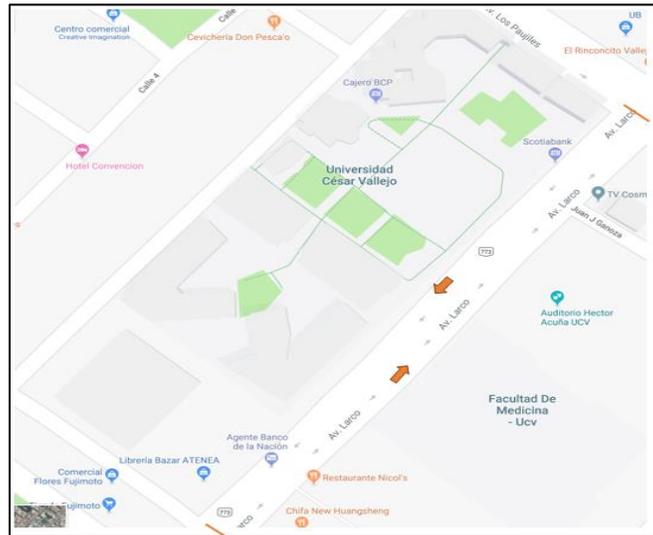


Figura N° 2. Croquis de la A. Víctor Larco, cuadra 17

Fuente: Google maps

2.2. Operacionalización

2.2.1. Variable Independiente

Congestión vehicular

2.2.2. Variable Dependiente

Concentración de PM menor a 2.5 micras.

Tabla N°1: Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Congestión vehicular	La congestión es el caos vehicular que genera la saturación del flujo en las vías, generando atoramientos e incrementos en los tiempos de viaje (Huerta L., Quiroz P., 2015).	Se estimará la velocidad promedio de los vehículos, durante las 24 horas del día mientras dure la medición de PM _{2.5} , y se compara con la velocidad media espacial según Ordenanza Municipal N°036-2014-MPT; Artículo N° 7.	Congestión vehicular $V = (E/D) * 0.66$	Razón
Dependiente: Concentración de PM _{2.5} (µg/m³).	Son aquellas partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2.5 micrones	Se determinará mediante la absorción de aire a través de un equipo para medir material particulado LOW-VOL para PM _{2.5} en el campus de la Universidad César Vallejo, un día típico y atípico	µg/m³	Razón

Fuente: elaboración propia

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Los vehículos que circularon por la avenida Víctor Larco Herrera, cuadra 17 un día típico y atípico, considerados los miércoles y domingo respectivamente.

2.3.2. Muestra

Estuvo constituida por los vehículos que circularon por la avenida Víctor Larco Herrera un día típico y atípico, considerado los miércoles y domingo respectivamente, las 24 horas del día de medición.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas e instrumentos

Observación y ficha de registro.

2.5. Procedimiento

En el presente estudio se realizó mediante la observación de la congestión vehicular contándolos, y la medición de $PM_{2.5}$. Mediante esta técnica los investigadores acopiamos información del fenómeno sin manipular variables. La recolección de datos registraron las observaciones directas de los hechos en un cuaderno de campo, se utilizó el equipo de medición de material particulado Low-Vol KB 6120 Genstar, trabajando a 16.7 L/min, haciendo pasar aire a través de un filtro de 47 mm por un periodo de 24 horas, los filtros fueron pesados previamente antes del inicio de la medición y después de terminar, el volumen total de aire se determinó a partir de la velocidad promedio del flujo y el tiempo de operación, la cantidad de partículas muestreadas se determinó dividiendo la masa sedimentada sobre el volumen de aire muestreado, obteniendo datos confiables de la investigación.

2.6. Métodos de análisis de datos

El análisis estadístico reveló que de los datos se ejecutaron a través del método de normalidad, Spearman, análisis de homogeneidad, análisis de varianza, covarianza y prueba de efectos inter-sujetos en la que se comprobó la presencia de una correlación entre la congestión vehicular y $PM_{2.5}$ almacenado en los puntos de muestreo con nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

2.7. Aspectos éticos

La técnica que se utilizó e instrumentos fueron validados, los resultados obtenidos son verdaderos, se respetó a los autores y su propiedad intelectual. Se garantizó el cuidado y respeto al medio ambiente. No se afectó a las personas y especies preexistentes en la zona de impacto de la presente investigación.

III. RESULTADOS

Tabla N°2. Velocidad recorrido promedio día típico y atípico

Día muestreo	Velocidad recorrido promedio (km/h)		Velocidad recorrido promedio total (km/h)
	E-O	O-E	
Típico	12.68	16.92	14.80
	12.55	16.71	14.63
Atípico	38.43	38.65	38.54
	38.81	39.03	38.92

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 2, calculó de velocidad recorrido en los vehículos que circularon por la avenida Víctor Larco Herrera, cuadra 17 los días típico y atípico; en ambos sentidos.

Tabla N° 3. Determinación de la congestión vehicular en día típico y atípico

Días	Avenida Víctor Larco	Tipo de vía	Límite de velocidad kph	Velocidad catalogada congestionada	Velocidad recorrida promedio kph	Calificación
Típico	Cuadra 17	Arterial	60	<36 kph	14.80	Congestionada
					14.63	Congestionada
Atípico	Cuadra 17	Arterial	60	<36 kph	38.54	No Congestionada
					38.92	No Congestionada

Fuente: elaboración propia

En la tabla N°3, aprecia, análisis de velocidad recorrido promedio y la calificación de vía congestionada y no congestionada en día típico y atípico, en la Avenida Víctor Larco Cuadra 17, en ambos sentidos.

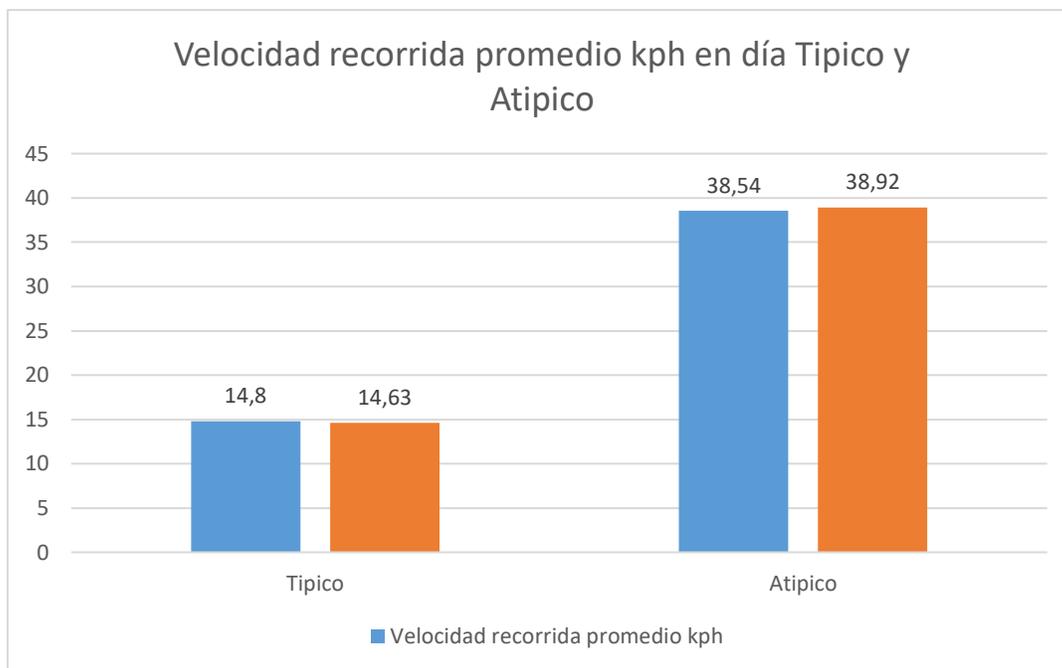


Figura N°3. Velocidad recorrida promedio kph en día Tipico y Atipico

Fuente: elaboración propia. kph día típico y atípico

Tabla N°4. Material particulado en el campus de la UCV.

Dia	Coordenadas UTM		PM 2.5
	Latitud	Longitud	µg/m ³
Típico	-8.129041	-79.043286	20.83
			20.87
Atípico	-8.129041	-79.043286	8.33
			8.24

Fuente: elaboración propia. Balanza semi micro CROMTEX 0.01 mg

En la tabla N°4, se aprecia que en material particulado PM2.5, dos días típico y atípico de la semana, observándose que los datos se localizan por debajo de los ECA para el Aire y Disposiciones Complementarias Decreto Supremo N°003-2017-MINAM 50 µg/m³, diario.

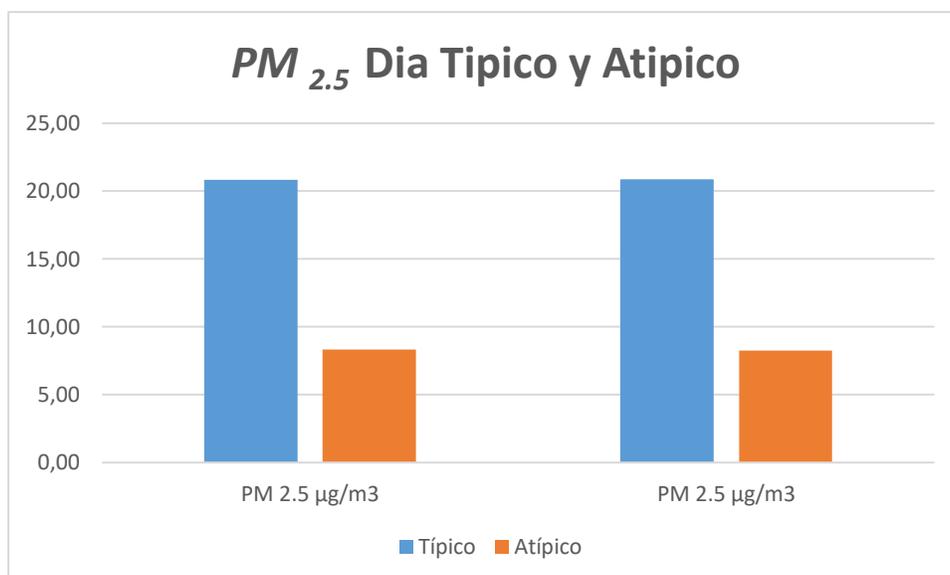


Figura N°4. concentraciones de material particulado PM_{2.5} en día típico y atípico
Fuente: elaboración propia. día típico y atípico

Tabla N°5. Congestión vehicular y material particulado en el campus de la UCV.

Dia	Congestión Vehicular Km/H	Coordenadas UTM		PM2.5 µg/m ³
		Latitud	Longitud	
Típico	14.80	-8.129041	-79.043286	20.83
	14.63			20.87
Atípico	38.54	-8.129041	-79.043286	8.33
	38.92			8.24

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 5, aprecia en material Particulado PM_{2.5}, dos días típico y atípico de la semana, observándose que los datos obtenidos están por debajo de los ECA aire y DC DS 003-2017-MINAM 50 µg/m³, diario.

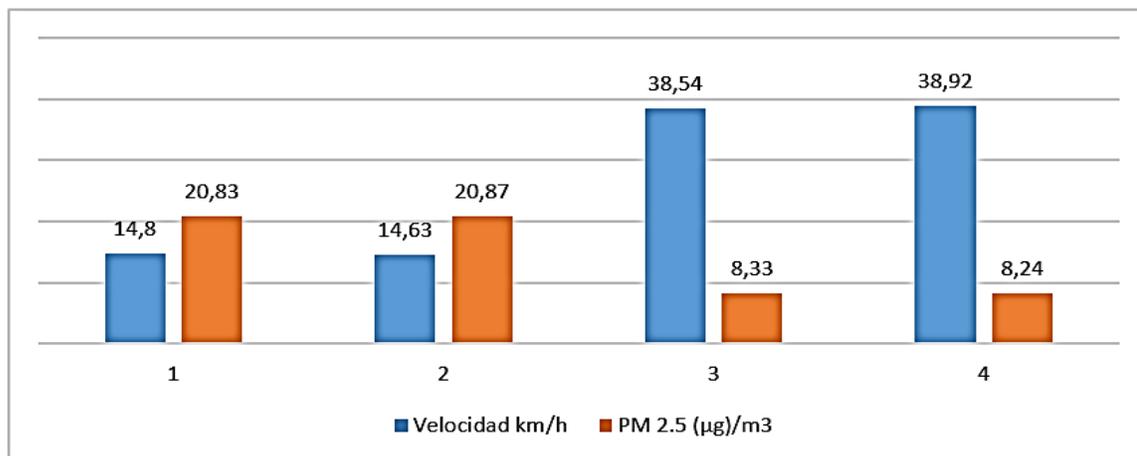


Figura N°5. Velocidad km/h y las concentraciones de material Particulado PM 2.5

Fuente: elaboración propia.

Tabla N 6. Correlación de Spearman

		Congestión Vehicular	
		(km/h)	PM 2.5 (µg/m3)
Rho de Spearman	Congestión Vehicular (km/h)	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,804**
		N	12
PM 2.5 (µg/m3)		Coefficiente de correlación	-,804**
		Sig. (bilateral)	,002
		N	12

Fuente: elaboración propia.

** La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

En la tabla N°6 aprecia los datos obtenidos del análisis de Correlación Spearman, el cual es aplicado para datos que no siguen una distribución normal; encontrándose significancia ($p < 0.05$) en la relación de las variables; a su vez, se puede ver que existe una relación moderadamente fuerte entre la congestión vehicular y la contaminación por PM 2.5 y que esta es negativa, evidenciando una relación inversamente proporcional entre dichas variables.

Tabla N°7. Valores promedio de las variables de estudio

	Días	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Congestión Vehicular (km/h)	Típico	2	14,7150	0,09642	0,03936
	Atípico	2	38,7300	0,21827	0,08911
PM 2.5 (µg/m3)	Típico	2	20,8567	0,04844	0,01978
	Atípico	2	8,2850	0,05133	0,02096

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N°7, se aprecian las medias, desviación estándar y las variables evaluadas durante días típicos y atípicos de la semana.

Tabla N°8. Prueba T para muestras independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Congestión Vehicular (Km/h)	Se asumen varianzas iguales	13,366	0,004	-246,520	10	0,000	-24,01500	0,09742	-24,23206	-23,79794
	No se asumen varianzas iguales			-246,520	6,880	0,000	-24,01500	0,09742	-24,24617	-23,78383
PM 2.5 (µg/m3)	Se asumen varianzas iguales	0,238	0,636	436,305	10	0,000	12,57167	0,02881	12,50747	12,63587
	No se asumen varianzas iguales			436,305	9,967	0,000	12,57167	0,02881	12,50744	12,63590

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N°8, se aprecia, estudio estadístico prueba T para muestras independientes; donde se comparó la congestión vehicular y el PM 2.5 frente a los días típicos y atípicos determinando la existencia de diferencia significativa aun (P valor <0.05); lo cual sugiere que dependiendo del tipo de día en el que se realiza la medición de las variables de estudio; se encontrara diferentes valores de contaminación y que esta se desarrollara de manera inversa con la congestión vehicular.

IV. DISCUSION

- a. Como se observa de los resultados obtenidos durante el monitoreo los días típico y atípico presentados en la tabla N°5, y analizados mediante la correlación de Spearman, encontrándose una significancia ($p < 0.05$) en la relación de las variables; se determina que existe una relación moderadamente fuerte entre la congestión vehicular y la contaminación por $PM_{2.5}$ y esta es negativa, evidenciando la existencia de una relación inversamente proporcional entre la velocidad de flujo de vehículos y el material particulado. Coincidiendo con la investigación de Saavedra, J. (2014). Nos refiere tesis, Análisis de los nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotriz, generados en un ambiente de tráfico vehicular, quien concluye que, las emisiones generadas en un ambiente de tráfico dependen de la velocidad media, tipo de combustible y tecnologías (GN automovilístico y vehículos híbridos) el uso de convertidores catalíticos. A medida del aumento de la velocidad promedio de los vehículos la emisión de gases disminuye logrando un mínimo del 31% a una velocidad de 60 km/hora y vuelven a aumentar las emisiones cuando la velocidad disminuye.
- b. El monitoreo del flujo vehicular en la Av. Víctor Larco Herrera cuadra 17 en día típico y atípico de la semana, de acuerdo a la información que se obtuvo en la tabla N°3 mostro la existencia de velocidades promedio de 14.72 kph y 38.73 kph respectivamente.
- c. De acuerdo a la información de la tabla N°3 se determinó la existencia de congestión vehicular los días típicos y no congestión vehicular los días atípicos con velocidades promedio de 14.72 kph y 38.73 kph respectivamente, considerándose congestionadas de acuerdo a la OM 036-2014-MPT, Art 7, LVSVUM Trujillo, a las velocidades menores a 60 km/h para vías arteriales como la avenida Víctor Larco Herrera; coincidiendo la los estudios realizados por (Huerta y Quiroz, 2015) quienes consideran que el tramo de una vía estudiada se considerada como congestionada cuando el periodo de travesía de los pasajeros incrementó en más de la mitad respecto al periodo de travesía ideal (considerando FFS)", (Huerta y Quiroz, 2015).

- d. La congestión vehicular y su influencia en el material particulado en el campus de la UCV, de acuerdo a los datos obtenidos y mostrados tabla N°5, para los días típicos y atípicos estudiados es en promedio 20.85 y 8.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ al día respectivamente, los cuales se encuentran por debajo de los ECA, aire y DC DS N°003-2017-MINAM 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, diario.
- e. La evaluación de la influencia de la de congestión vehicular en la Av. Víctor Larco Herrera cuadra 17 en la concentración $\text{PM}_{2.5}$ en la UCV en la tabla N°5, correlación de Spearman, es directamente proporcional a la congestión vehicular e inversamente proporcional a la velocidad promedio en kph. N°5, para los días típicos y atípicos estudiados es en promedio 20.85 y 8.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ al día respectivamente, los cuales se encuentran por debajo de ECA aire y DC, DS N°003-2017-MINAM 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, diario.

V. CONCLUSIONES

- ✓ La congestión vehicular influye directamente en la concentración de PM 2.5 en la superficie de la UCV, Trujillo 2019.
- ✓ La superficie de la UCV presenta medianos problemas de contaminación por PM_{2.5}. La calidad del aire en esta área se puede considerar medianamente satisfactoria, al haberse encontrado concentraciones que próximas los límites establecidos en la norma de salud.
- ✓ Los días atípicos como son los días domingos, la disminución del flujo vehicular hace que las unidades vehiculares que circulan por la avenida Víctor Larco Herrera no superen los límites mínimos para ser considerada congestionada.
- ✓ Los días típicos como son los días lunes-sábado, el incremento del flujo vehicular hace que las unidades vehiculares que circulan por la avenida Víctor Larco Herrera superen los límites mínimos para ser considerada congestionada.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar estudios específicos sobre la aglomeración PM_{2.5}. cada mes, durante toda la semana para tener una visión objetiva del progreso de la contaminación como efecto significativo y relacional de la congestión vehicular.
- ✓ Recomendamos que el equipo Low Vol. de la Escuela de Ingeniería Ambiental se encuentre permanentemente ubicado en UCV Trujillo para realizar monitoreos permanentes de material particulado, debido a la cercanía de vías de alta congestión vehicular.
- ✓ Evaluar la temperatura ambiente como variable de confusión en la asociación entre PM_{2.5} y enfermedades respiratorias.
- ✓ Realizar estudios más amplios, que ayuden a identificar el mayor tipo de contaminantes presentes en las muestras de PM_{2.5}.
- ✓ Evaluar los diversos parámetros meteorológicos ambientales como variable de estudio y su interrelación con PM_{2.5}.

REFERENCIAS

AIRNOW. Air Quality Index (AQI) - A Guide to Air Quality and Your Health, 2014. Disponible en: <http://www.airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi#mod>.

ANDRÉS, M., & ALBERTO, C. Estimation of The Emissions of Atmospheric Pollutants from Mobile Sources in The Urban Area of Envigado, Colombia, 2011. Revista EIA Escuela de Ingeniería Antioquia, 149 – 162. Disponible en: <http://www.redalyc.org:9081/articulo.oa?id=149222630011>.

ARTIÑANO, B., SALVADOR, P., ALONSO, D., QUEROL, X., y ALASTUEY, A. (2003). Anthropogenic and natural influence on the PM10 and PM2.5 aerosol in Madrid (Spain). Analysis of high concentration episodes. Environmental Pollution, 125, 453-465.
BALTRÉNAS, P., y MORKŪNIENĖ, J. (2006). Investigation of particulate matter concentration in the air of Žvėrynas district in Vilnius. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, XIV(1), 23-30.

BID. Banco Interamericano, 2012, Consultoria, Trujillo Ciudad Sostenible. Disponible en: <http://sial.segat.gob.pe/novedades/se-expusieron-avances-trujillo-ciudad-sostenible-consejeros-bid>

BRIMBLECOMBE, Peter 2003 Air Pollution Reviews: The Effects of Air Pollution on The Built Environment, Reino Unido, Vol2 Editorial Imperial College Pres, p.110-124,221-234

CAMINOS, J; ENRIQUE, C; GHIRARDI, R; GRAIZARO, A; RUSILLO, S; PACHECO, C. Calidad de aire en la ciudad de Santa Fe. 2007.

CASTILLO Landa, Mariel, Análisis del Diseño de la Política de la Calidad del Aire de La Municipalidad Metropolitana de Lima 2010 – 2012. Tesis, Universidad Católica del Perú, Lima, 2014.

CATACORA Guillermo. Evaluación del impacto ambiental de la cooperativa minera señor de ananea, Tesis, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2015.

DIGESA, Estándares de calidad del aire, 2017. Disponible en: www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/DS-003-2017-MINAM.pdf

REVISTA; El Ecologista. Crisis alimentaria: Especulación y control por transnacionales ... n° 58 - otoño 2008 Edita: *Ecologistas* en Acción Equipo de redacción: Laura Andrés,

José V. Barcia, *Cristina Linares Gil*, del Centro Nacional de Epidemiología, y *Julio Díaz Jiménez*, de la Escuela..... J. M. Jiménez.

EPA -Environmental Protection Agency, (2004). Air Quality Criteria for Particulate Matter. Office of Air Quality Planning and Standards Emissions, Monitoring, and Analysis Division. Volume I of II. EPA/600/P-99/002Af

FIGUEROA Eгна Vanessa, MÉNDEZ Montoya, Adriana Paola. Evaluación de la calidad del aire en 8 zonas de la ciudad de Bogotá utilizando los líquenes como bioindicadores, Tesis, Universidad de la Salle, Colombia 2015.

GOMISCEK, B., Hauck, H., Stopper, S. and Preining, O., Spatial and temporal variations of PM1, PM2.5, PM10 and particle number concentration during the AUPHEP-project, Atmospheric Environment, 38, pp. 3917-3934, 2004.

GUEVARA Reátegui, J. Índice de la calidad de aire en el Distrito de Morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos. Tesis, Universidad Peruana Unión, San Martin, Perú, 2015.

HILARIO, Nilda, Emisiones contaminantes de vehículos del distrito de Huancayo, Universidad Nacional del Centro, 2017

HOFFMAN, D 1976 Proceedings of the Second International Symposium on Deterioration Building Stone, Athens, p.37-42.

HUERTA German, QUIROZ Paola, Evaluación de Área Saturada de la Red Vial Metropolitana de Trujillo, Informe Técnico, Transporte Metropolitano de Trujillo, 2015.

MOLDANOVA, J., FRIDELL, E., POPOVICHEVA, O., DEMIRDJIAN, B., TISHKOVA, V., FACCINETTO, A., y FOCSA, C. (2009). Characterisation of particulate matter and gaseous emissions from a large ship diesel engine. Atmospheric Environment, 43, 2632-2641.

Mc GRAW, H. 2009. Contaminación Atmosférica. (10)_ 234-262.

MENDOZA Aquino, Marisol, Valoración de Contaminantes del aire generada por fuentes móviles para la gestión de la calidad del aire en el cercado de Tacna, 2011-2012. Tesis, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, 2014.

MINAM, 2017. Ministerio del ambiente. La contaminación atmosférica y sus fuentes en el ambiente. Compendio de legislación ambiental. MINAM. Lima, Perú. 28 p.

MIMAM, 2016 Ministerio del Ambiente Perú. Índice de calidad del aire Resolución Ministerial 181 – 2016. Lima. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2016/07/RM-N°-181-2016-MINAM.pdf>

MOREANO David y PALMISANO Antonio. Nivel de afectación de la contaminación atmosférica y sus efectos en la infraestructura del campus universitario debido a la emisión de partículas PM10 y CO. Tesis, Universidad Católica del Perú, Lima, 2012.

Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf>.

MUNIR, S., Analysing temporal trends in the ratios of PM2.5/PM10 in the UK, *Aerosol and Air Quality Research*, 17, pp. 34-38, 2017.

PÉREZ Carpio, J. (2015). Índice Calidad de aire y la concentración de material particulado basado en el Decreto Supremo N. ° 074-2001 PCM - Distrito de Morales Departamento de San Martín Perú. *Apuntes Universitarios*, 1(074), 17–25.

PÉREZ Palomino, Carol. Propuesta de Conversión del Parque Automotor de Lima y Callao para el Uso de Gas Natural, Tesis, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2010.

PUCP. 2012. nivel de afectación de la contaminación atmosférica y sus efectos en la infraestructura del campus universitario debido a la emisión de partículas PM10 y CO. Facultad de ciencias e ingeniería. 80 p.

RICHMOND-Bryant, J., SAGANICH, C., BUKIEWIEZ, L., y KALIN, R. (2009). Associations of PM2.5 and black carbon concentrations with traffic, idling, background pollution, and meteorology during school dismissals. *Science of the Total Environment*, 407, 3357-3364.

ROSAS, J. 2018. Introducción a la contaminación atmosférica. [En línea]: Centros de estudios tecnológicos del mar, (http://jessicacontaminaciondelaire.blogspot.pe/2011/06/contaminacionatmosferica_7038.html, documentos, 2 oct. 2017).

SAAVEDRA, Julio. (2014). Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico vehicular. Universidad Nacional la Agraria. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1872>

SEGAT, Diagnóstico Ambiental para la Elaboración del Plan Ambiental de la provincia de Trujillo, junio 2012.

SRIMURUGANANDAM & Shiva, 2012)

STERNBECK, J., SJÖDIN, A., y ANDRÉASSON, K. (2002). Metal emissions from road traffic and the influence of resuspension-results from two tunnel studies. *Atmospheric Environment*, 36, 4735-4744.

TORO, M., RAMÍREZ, J., QUICENO, R., y ZULUAGA, C. (2001). Cálculo de la emisión vehicular de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Medellín mediante factores de emisión CORINAIR. Grupo de Investigaciones Ambientales – GIA. Universidad Pontificia Bolivariana. *Revista Acodal*, 191, 42-49.

UNAM, 2015. Análisis de Capacidad y Nivel de Servicio de Segmentos Básicos de Autopistas, Segmentos Trenzados y Rampas de acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCad. UNAM. 20 p.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: “Influencia de la congestión vehicular y material particulado menor a 2.5 micras en el campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, 2019.”				
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Formulación del problema ¿Cuál es influencia de la congestión vehicular en la avenida Víctor Larco Herrera cuadra 17 en la concentración de material particulado menor a 2.5 micras en el Campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, 2019?</p>	<p>Objetivo General Evaluar la influencia de la Congestión Vehicular en un día típico y atípico de la semana en la Avenida Víctor Larco Herrera cuadra 17 en la concentración de PM_{2.5} en el Campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, 2019.</p>	<p>Hipótesis H0: La congestión vehicular de la avenida Víctor Larco Herrera cuadra 17 no influye en la concentración de material particulado menor a 2.5 micras en el Campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, 2019. H1: La congestión vehicular de la avenida Víctor Larco Herrera cuadra 17, influye en la concentración de material particulado menor a 2.5 micras en el Campus de la Universidad César Vallejo – Trujillo, 2019.</p>	<p>Variable Independiente Congestión vehicular Variable Dependiente Concentración de PM_{2.5}</p>	<p>1. Tipo de Investigación: Aplicada Cuantitativa 2. Nivel de Investigación: Correlacional 3. Método: Deductivo: General ----- Particular 4. Diseño de la Investigación: No Experimental 5. Población: Los vehículos que circulan por la avenida Víctor Larco Herrera, cuadra 17. 6. Muestra: Estuvo constituida por los vehículos que circularon por la avenida Víctor Larco Herrera día típico y día atípico, las 24 horas del día. 7. Técnicas: Observación 8. Instrumentos: Hoja de registro de datos 9. Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Congestión vehicular: $V = (E/T)*0.66$ • Concentración: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos.

Técnica	Instrumentos de Laboratorio
Low-Vol	KB 6120 (Genstar) Filter Air Poll 47mm EPM2000 1 * 100 UN Part Number: 26401972.0047 Units: 1 * 100 UN
Balanza Analítica	Peso del filtro; 0.1248 g.

Anexo 3. Técnicas de recolección de datos en base teórica

Etapa	Técnica	Instrumento
Número de vehículos	Observación	Registro
Velocidad de Recorrido	Observación	Plaqueo en 1 puntos
Análisis y ensayos en la parte experimental	Análisis experimental	Registro de Resultados
Interpretación y análisis	El Análisis de información	Análisis de Resultados

Fuente: Elaboración propia

Referencia: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el Aire y Disposiciones Complementarias Decreto Supremo N°003-2017-MINAM

25 µg/m³, media anual y 50 µg/m³, media de 24 horas

Anexo 4. Ruta Vehicular que circulan por la Avenida Víctor Larco Cuadra 17

Rutas	Empresa	Tipo de Vehículo
M-02	California S.A.	Ómnibus
M-71		Ómnibus
M-91		Ómnibus
M-74	Esperanza Express S.A.	Ómnibus
M-09	Nuevo California S.A	Ómnibus
M-10		
M-12		
M-20		
M-73		
M-05	Señor de los Milagros S.A	Ómnibus
M-18		
M-72		
M-43	Virgen de la Puerta S.A.	Ómnibus
M-44		
Transporte de Colectivos	Covisa S.A.C.	Automóvil
	Larco Express S.A.C	Automóvil
	Buenos Aires S.A.C	Automóvil
	Los Girasoles Services S.A.	Camioneta Rural
	Señora de Guadalupe S.A.	Automóvil
	Reyna de La Paz S.A.C.	Automóvil
	Industria Vista Alegre S.A.	Automóvil
	Víctor Larco S.A	Automóvil
Vehículos	Servicio Publico	Taxis
Vehículos	Servicio Publico	Station Wagon
Motocicletas	Servicio Publico	Particulares
Motos Car	Comercio	Particulares

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Panel fotográfico



Figura N°1. *Plaqueo de vehículos punto 1 de E-O en la avenida Larco cuadra 17, horario diurno.*

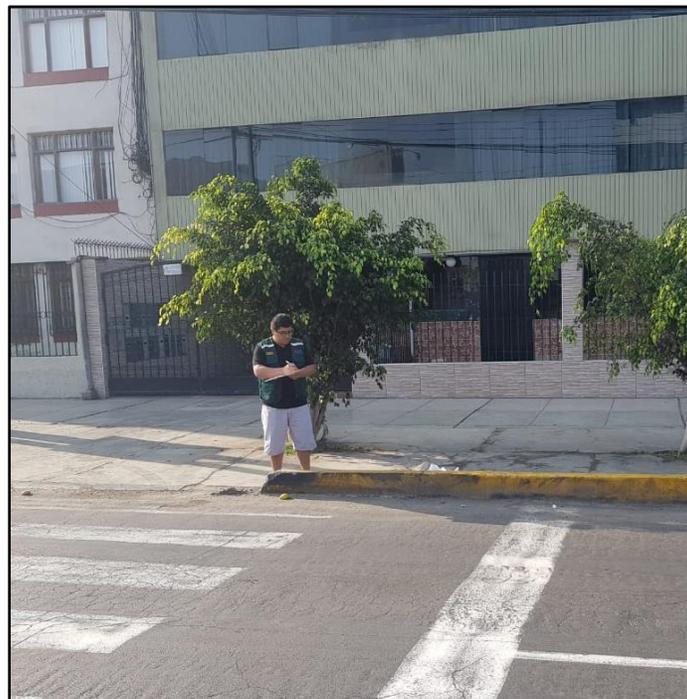


Figura N°2. *Plaqueo de vehículos punto 2 de O-E en la avenida Larco cuadra 17 horario diurno*

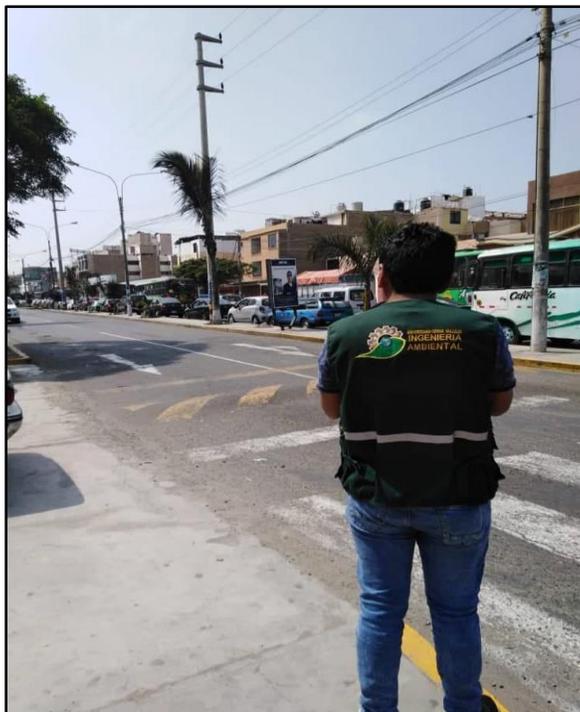


Figura N°3. Plaqueo de vehículos punto 3 de E-O en la avenida Larco cuadra 17 horario diurno

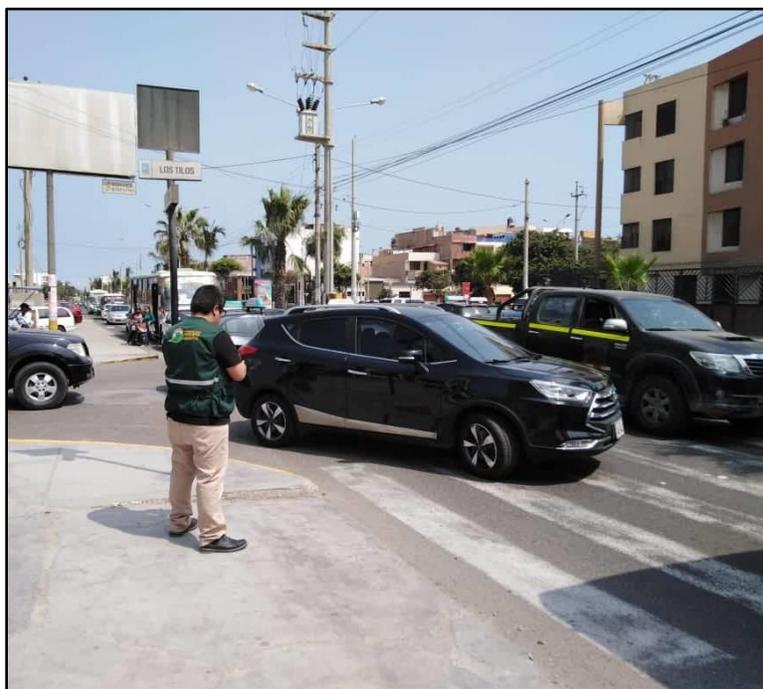


Figura N°4. Plaqueo de vehículos punto 4 de O-E en la avenida Larco cuadra 17 horario diurno



Figura N°5. *Plaqueo de vehículos punto 3 de E-O en la avenida Larco cuadra 17 horario nocturno*



Figura N°6. *Plaqueo de vehículos punto 3 de O-E en la avenida Larco cuadra 17 horario nocturno*

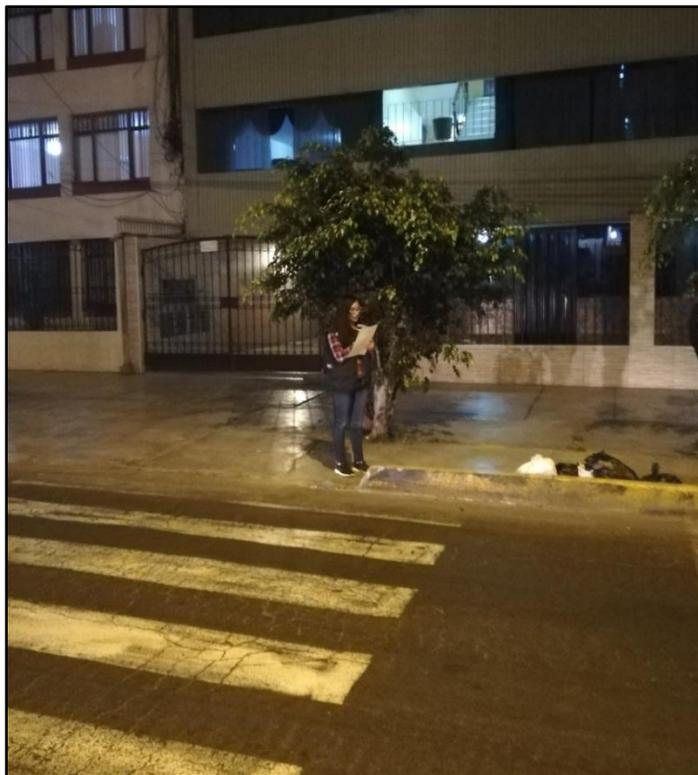


Figura N°7. *Plaqueo de vehículos punto 3 de E-O en la avenida Larco cuadra 17 horario nocturno*



Figura N°8. *Plaqueo de vehículos punto 3 de O-E en la avenida Larco cuadra 17 horario nocturno*



Figura N°9. *Presencia de congestión vehicular en un día típico*



Figura N°10. *Ausencia de congestión vehicular en un día atípico*



Figura N°11. Monitoreo de $PM_{2.5}$, primer día típico



Figura N°12. Monitoreo de $PM_{2.5}$, primer día atípico



Figura N°13. *Monitoreo de PM_{2.5} segundo día atípico*



Figura N°12. *Monitoreo de PM_{2.5} segundo día atípico*