



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL

“Influencia del flujo vehicular, en la contaminación por polvo atmosférico sedimentable en el mercado zonal Palermo - Trujillo, 2019”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Delgado Alvarado, José Luis (ORCID: 0000-0001-9512-2075)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad de aire

TRUJILLO – PERÚ

2019

Dedicatoria

El presente proyecto de investigación lo dedico, ante todo, a Dios, el cual me ha acompañado durante todos estos años de estudio y me ha dado sabiduría para continuar superándome; llenando mi vida de bendiciones y rodeándome de las personas correctas para tener un crecimiento en todos los aspectos de mi vida.

A mi mamá LUCÍA que, desde el primer día, me ha dado el calor de una madre, y me ha apoyado en todo aspecto, gracias a ella y a sus sabios consejos hoy puedo decir que soy una persona hecha y derecha, por sus consejos, sus valores, por la motivación y apoyo inquebrantable que me ha permitido llegar a este logro trascendental de mi vida profesional, por haber echo de mí una persona bien, pero más que nada, por su amor imperecedero. Gracias por ser la mejor madre.

A mi papá LUIS pues es un ejemplo de padre y persona para mí, su gran sabiduría y confianza me ha servido para fortalecer mi carácter y saber apreciar las cosas buenas y malas que hay en esta vida, por la confianza que tuvo hacia mí, por enseñarme que nunca debo rendirme frente a las malas circunstancias que se presentan, por enseñarme a valorar los resultados de un gran esfuerzo, y por darme palabras de aliento cada vez que pensaba en desistir. Gracias por ser el mejor padre.

A mis hermanos que gracias a ellos adquirí el don de la paciencia y la reflexión, por compartir alegrías y tropiezos de los cuales salimos vencedores, por su confianza y por permitirme estar en sus vidas, son mi adoración, los quiero mucho y les doy gracias porque siempre me han ayudado y apoyado en todo aspecto. Son los mejores hermanos.

A mis demás familiares, quienes formaron parte de este logro apoyándome con sus palabras de aliento y por su motivación constante, gracias a todos. Y, por último, a todos mis amigos quienes fueron parte de este logro, que me brindaron su apoyo sin dudarlo, este logro es para ustedes

Agradecimiento

Primero que, a nadie, a Dios por mantenerme con la fuerza, la sabiduría, la firmeza y el haberme permitido alcanzar una meta más en mi vida; a mis padres y hermanos porque me han apoyado en todo aspecto y nunca dejaron de darme ánimos para poder culminar con mis estudios superiores, continuando con mi carrera.

A todos aquellos que durante mi carrera universitaria se fueron sumando, para contribuir con un granito de arena, y alcanzar un éxito más en mi vida; este logro es de todos, no solo mío.

A mis compañeros de estudios que día a día fuimos formando un buen equipo para sacar nuestra carrera adelante y dar a conocer los buenos conocimientos que poseemos gracias a los docentes con la que cuenta la Universidad César Vallejo.

A todos y cada uno de los Docentes, que, con sus conocimientos, de una u otra forma, me sirvieron para culminar con éxito, cada año / semestre universitario. En especial mi agradecimiento muy sincero a mi asesor el ingeniero Misael Ydilbrando Villacorta González, quien, con su apoyo mutuo, compartiendo nuestras inquietudes con su acertada asesoría se hizo posible el término de esta investigación.

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

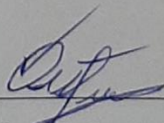
Declaratoria de autenticidad

Yo, José Luis, Delgado Alvarado con DNI N° 44270437, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, julio del 2019



José Luis, Delgado Alvarado

DNI: 44270437

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Figuras	viii
Resumen.....	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	13
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
2.2. Operacionalización de variables.....	15
2.3. Población, muestra y muestreo.....	15
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	17
2.5. Procedimiento	19
2.6. Método de análisis de datos	20
2.7. Aspectos éticos.....	21
III. RESULTADOS.....	22
IV. DISCUSIÓN.....	29
V. CONCLUSIONES.....	31
VI. RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS	33
ANEXOS.....	38

Índice de tablas

Tabla N° 1. Ventajas y desventajas del muestreo pasivo	10
Tabla N° 2. Comparación de metodologías según sus normas	11
Tabla N° 3. Operacionalización de Variables	15
Tabla N° 4. Puntos de ubicación de monitoreo y coordenadas geográficas.....	18
Tabla N° 5. Promedio de la concentración de PAS y flujo vehicular.	22
Tabla N° 6. Recolección de PAS por punto de monitoreo.....	23
Tabla N° 7. Comparación de PAS con el ECA para aire según OMS.	24
Tabla N° 8. Correlación de Pearson entre Flujo vehicular y PAS	25
Tabla N 9. Análisis de varianza del contenido de PAS por punto de monitoreo durante 30 días....	26
Tabla N° 10. Subconjuntos homogéneos de HSD Tukey entre puntos de monitoreo	26
Tabla N° 11. Coordenadas GPS de ubicación de puntos de monitoreo	27

Índice de figuras

Figura N° 1. Esquema de trabajo	14
Figura N° 2. Mapa del área de estudio.....	16
Figura N° 3. Concentración de PAS durante el tiempo de estudio.	22
Figura N° 4. Recolección de PAS por cada punto de monitoreo.	23
Figura N° 5. Comparación entre Concentración de polvo atmosférico sedimentable mg/cm ² /30 obtenida y el ECA para aire dado por la OMS.....	24
Figura N° 6. Flujo vehicular promedio durante hora punta en los puntos de monitoreo.	25
Figura N° 7. Mapa de la distribución de la contaminación por PAS empleando ArcGis.....	27
Figura N° 8. Direccionamiento del flujo de aire usando Rosa de viento.	28

Resumen

En el presente estudio se propuso evaluar la Influencia del flujo vehicular, en la contaminación por polvo atmosférico sedimentable (PAS) en el mercado zonal Palermo - Trujillo, 2019, lo cual se realizó mediante el método de muestreo Pasivo, propuesto por R.D. N ° 1404-2005-DIGESA; donde se consideró como muestras cero, las placas colocadas en horas sin afluencia vehicular o con una afluencia mínima, por la noche, desde las 10:00 pm hasta las 6:00 am del día siguiente. El análisis de datos se realizó con el programa IBM SPSS V.23 donde se empleo las pruebas paramétricas de PEARSON y ANOVA de una vía, a un nivel de significancia del 5% encontrándose significancia $p < 0.05$ en la correlación y una diferencia significativa entre avenidas en la contaminación por PAS. A su vez, se encontró que la concentración de polvo atmosférico sedimentable en el ámbito del mercado zonal Palermo – Trujillo en las Av. Los Incas, José María Eguren y Sinchi Roca, fue de (1.9601, 1.9779 y 1.8696 mg/cm²/30 días) respectivamente; siendo la Av. José María Eguren la que presento los valores más altos de PAS concluyéndose que la concentración de PAS en la zona de estudio se encuentra por encima de los valores establecidos por la OMS (0.5 mg/cm²/30 días) para ambientes urbanos saludables y que existe una relación moderadamente fuerte positiva y que la variación del flujo vehicular explica en un 78.10% la contaminación por PAS; por lo que se infiere que dichas variables guardan estrecha relación y que al incrementarse progresivamente el número de vehículos que circulan por una avenida, también lo hará en el mismo orden la contaminación por PAS en dicho sector.

Palabras clave: Polvo atmosférico, flujo vehicular, monitoreo.

Abstract

In the present study it was proposed to evaluate the Influence of vehicular flow, in the contamination by sedimentary atmospheric dust (PAS) in the Palermo - Trujillo zonal market, 2019, which was carried out by means of the Passive sampling method, proposed by R.D. N ° 1404-2005-DIGESA; where zero samples are considered, the plates placed in hours considered without vehicular traffic or with a minimum influx, at night, from 10:00 pm to 6:00 am the next day. In the data analysis, it was carried out with the IBM SPSS V.23 program where the parametric PEARSON and one-way ANOVA tests were used, at a level of significance of 5%, finding significance $p < 0.05$ in the correlation and a significant difference between Avenues in PAS contamination. In turn, it was found that the concentration of atmospheric dust sedimentable in the area of the Palermo - Trujillo zonal market in the Av. Los Incas, José María Eguren and Sinchi Roca, was (1.9601, 1.9779 and 1.8696 mg / cm² / 30 days) respectively; being Av. José María Eguren which presented the highest values of PAS concluding that the concentration of SBP in the study area is above the values established by the WHO (0.5 mg / cm² / 30 days) for urban environments healthy and that there is a moderately strong positive relationship and that the variation in vehicular flow explains PAS contamination by 78.10%; so it is inferred that these variables are closely related and that as the number of vehicles circulating on an avenue increases progressively, so will pollution in the same sector in the same order.

Key words: Atmospheric dust, vehicular flow, monitoring.

I. INTRODUCCIÓN

La realidad muestra hoy en día que las ciudades mayormente que monitorean su calidad de aire no alcanzan los estándares de calidad ambiental establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), al decir esto indica que la contaminación atmosférica está empeorando, provocando un incremento de enfermedades respiratorias y otros problemas de salud, creando riesgos a las personas, y todo ser vivo presente en nuestro planeta. Existen varios factores que influyen, como la dependencia de combustibles fósiles, las plantas de carbón, plantas de energía que utilizan combustibles fósiles para su funcionamiento, crecimiento del parque automotor y el uso indebido de energía en los edificios contribuyen a este incremento. En el 2014, la Organización Mundial de la Salud, dio a conocer una nueva información donde realizan una estimación, que la muerte de 3,7 millones de personas menores de 60 años se debe al incremento de la contaminación atmosférica, también subraya que existen abundantes riesgos para la salud en todo el mundo, la contaminación del aire interior y exterior se encuentran combinados, también señala que hay bastantes componentes tanto sólidos como gaseosos que son parte en la contaminación del aire, pero las concentraciones más altas de contaminación son respecto al material Particulado, las cual son las pequeñas y finas partículas, estas están asociadas con un elevado número de muertes de personas por enfermedades con problemas al corazón, derrames cerebrales, así como con enfermedades respiratorias y cáncer (OMS, 2014).

Como una seria amenaza se presenta la contaminación atmosférica tanto para la salud de las personas como para la conservación de los ecosistemas. Como consecuencias se destaca la degradación de los bosques, una mayor mortalidad prematura, afectación a grupos de población como los niños, ancianos, daños irreparables en los cultivos, pérdida de productividad y el incremento del calentamiento global, efectos que se propagan tanto a escala nacional y mundial. Estos efectos nocivos traen como consecuencia altos costos económicos, afectando el potencial de desarrollo de los países. (PNUMA, 2014). Se estima que, en países industrializados de primer mundo, el 20 % del total de males son atribuidos a factores ambientales (Smith, 1999)

Investigaciones respecto al tema del material particulado se han realizado numerosas en diferentes partes del planeta. Por ejemplo, en Italia (Perrone et al., 2005) y otras. Lo arroja evidencias de la presencia de MP en el aire, ya sea por causas naturales o

antropogénicas, lo que manifiesta la necesidad por evaluar los efectos que causan estos contaminantes ambientales, con la finalidad de encontrar estrategias para su control.

La realidad de la contaminación del aire en el Perú es un tema que las autoridades deben dar mayor importancia ya que desde la creciente industrialización, la migración de personas hacia centros urbanos, el crecimiento indiscriminado del parque automotor, la escasa renovación, pero también influye al uso de combustibles fósiles, alterando y causando daños en el medio ambiente (flora, fauna y ecosistemas). Además, se ha visto reflejado que conlleva al deterioro de bienes como edificios, monumentos, estatuas y otras estructuras. Un reciente informe muestra a la capital peruana como la ciudad en Latinoamérica con los niveles de polución altos y de insalubres en ciertos lugares, lo que significaría una situación de emergencia para los ciudadanos. Las consecuencias son terribles, estudios sobre el impacto de la contaminación asocian secuelas a largo plazo, como el riesgo de ataques al corazón, disminución en el desarrollo de las capacidades cognitivas de las personas y problemas crónicos de asma y respiratorios. Se podría decir que Lima es una especie de gigantesca cámara de gas (MINAM, 2015).

El incremento del parque automotor está relacionado con el problema de contaminación atmosférica en las tres regiones naturales, esto a causa de la antigüedad de los vehículos y por el uso de combustibles fósiles. En el norte del país, se brinda un combustible de calidad muy pobre y en la parte sur se está comenzando a utilizar combustibles limpios, pero en la parte norte de la selva todavía se hace uso de combustibles sucios. Otro grave problema es que en muchas ciudades del Perú hay una gran concentración de industrias importantes, lo cual no están siendo reguladas al 100%. Por ejemplo, se han identificado las mineras, hidrocarburos, pesca, pero se está olvidando las ladrilleras, los calderos industriales y fundiciones, que estos se merecen una atención especial por parte de las autoridades competentes en temas medioambientales. Es por esto que el Ministerio Nacional del Ambiente en trabajo con el Ministerio de la Producción y otros ministerios buscan la implementación de los Límites Máximos Permisibles lo cual permitirán fiscalizar dichas actividades y poder disminuir la contaminación atmosférica. (Clima de cambios de la PUCP, 2016).

La creciente economía que se está dando en la ciudad de Trujillo en los últimos años, trae como consecuencia un aumento muy considerable tanto en la población como en el

aumento de las actividades industriales, es bien cierto que trae diversos aspectos positivos, pero a su vez trae consigo efectos negativos con respecto a la preservación del medioambiente, con respecto a la calidad del aire. Hoy Trujillo alcanza valores de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado, lo cual se encuentra cerca del estándar de calidad ambiental (ECA) de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pero hoy en día no contamos con data actualizada, es por este motivo que dificulta poder revelar en una verdadera magnitud la gravedad de la situación, ya que las estaciones de monitoreo que tiene la Dirección Regional de Salud Ambiental no se encuentran correctamente ubicadas en las zonas con más afluencia vehicular del transporte público de la ciudad de Trujillo, como la avenida España y los incas.

Existen otras fuentes contaminantes como son las carboneras que se encuentran ubicadas en varios distritos de la provincia de Trujillo, estas fuentes de contaminación no han implementado mallas de seguridad que exige la ley y así puedan disminuir la salida del polvo contaminante que resulta del procesamiento del carbón. Otro gran problema de la calidad de aire en la ciudad de Trujillo está representada por la quema de la caña de azúcar, otra gran fuente de alteración de la calidad de aire, para que puedan disminuir sus niveles de contaminación, las empresas deben implementar tecnologías limpias y moderna, lo que debe realizar se conoce como corte en seco y eso no es contaminante y no acogerse al dicho que generan empleo para muchas familias y tratan de justificarse con el uso de tecnologías inapropiadas, lo que las autoridades no deberían permitir y sancionar a las empresas irresponsables que incumplan las normas. (La Republica, 2014).

La ciudad de Trujillo se encuentra en el ranking de respirar y poseer el aire más contaminado, el servicio de gestión ambiental de Trujillo ha informado que dentro de toda la ciudad más de 19 mil vehículos circulan, pero la mayor circulación vehicular se da en el centro histórico con 10 mil vehículos, trayendo como consecuencia el incremento de la polución en el aire lo cual es ocasionado por el transporte, debido al humo que emiten los vehículos. Las partículas finas PM 10 y PM 2.5, son los elementos principales que contamina el aire ya que son pequeñas partículas finas, que una vez ingresados al sistema respiratorio, puede conllevar a padecer infecciones respiratorias muy altas generando asma y alergias respiratorias, rinitis, faringitis, etc y puede provocar

bronquitis, neumonía fibrosis pulmonar hasta inclusive cáncer en las vías respiratorias bajas. (López, 2013).

Algunos trabajos previos como Corleto y Cortez (2012), en la investigación “Comparación de los métodos de Bergerhoff y placas receptoras para la cuantificación de polvo atmosférico sedimentable”, donde se utilizó dos métodos gravimétricos que permitieron evaluar la concentración de PAS, y demostraron cual método puede ser aplicable en otros trabajos de investigación, dicho trabajo se llevó a cabo dentro de la Universidad de El Salvador, se utilizó placas Petri para el Método de las Placas Receptoras con vaselina como adherente para la captura del contaminante, y se usó depósitos de plástico de 4 litros para el método de Bergerhoff, para ambos métodos se exponen los dispositivos de muestreo por un tiempo de 30 días. Los resultados que obtuvieron para el método de Bergerhoff en época seca se encuentran entre $1.8104 - 4.0139 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$ y en tiempo de lluvias oscilan entre $12.2401 - 20.1355 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$ lo cual demuestra que para ambas épocas se sobrepasan los estándares de calidad ambiental que brinda la Organización Mundial de la Salud para PAS ($0,5 \text{ mg/cm}^2/30\text{días}$), a su vez, que para el método de Placas Receptoras se tuvieron cifras por debajo de los ECA dados por la OMS (Escobar *et al*, 2012).

A su vez, tenemos la investigación de Sánchez *et al*. (2008), denominada “Fortalecimiento de la red de monitoreo de calidad de aire en el valle de Aburra con medidores pasivos” realizada por la Universidad Nacional de Colombia con la colaboración de la zona metropolitana del Valle de Aburrá, con el objetivo de reforzar el monitoreo de la calidad del aire en el Valle de Aburrá con ayuda de muestreadores pasivos de (BTX) y el porcentaje de sedimentación de partículas en las vías céntricas. Los equipos muestreadores se instalaron en 15 puntos a lo largo del Área Metropolitana con una duración de un año. A su vez, para la medición de gases se utilizaron los tubos pasivos de difusión y para medir las partículas sedimentables se empleó el principio de sedimentación por gravedad. Luego, las muestras fueron analizadas por metodología de sólidos totales. Los resultados de los dióxidos de azufre SO_2 y nitrógeno estuvieron por debajo de lo establecido en la Norma Colombiana, sin embargo, en 12 estaciones de monitoreo el valor se superó en relación a la guía de la OMS para dióxido de nitrógeno. El nivel de ozono en las muestras sugiere que la formación de este contaminante se da

en las zonas de ladera y en 9 de las estaciones restantes los valores excedieron a los que indica la Norma Colombiana Anual para benceno y todas las estaciones superaron la Guía de la OMS. Las mayores tasas de sedimentación de partículas se obtuvieron en sitios que se ven influenciados por actividades de mantenimiento, reparación y construcción de vías. El medidor pasivo permite identificar las zonas críticas para ser evaluadas fácilmente.

Otra investigación es la realizada por Bayas (2017), en el Laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo (LSAUNACH), con el propósito de evaluar el grado de contaminación por material particulado durante 30 días de muestreo. Los resultados se compararon con los límites máximos permisibles (LMP) que establece la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la legislación ecuatoriana. La media diaria encontrada de MPA de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y de $14.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el MP2.5 y MP4 respectivamente, valores superiores a los LMP. Esto indica condiciones alarmantes en el LSA-UNACH.

También, Lozano (2012), investigo el contenido de material particulado en el aire en su trabajo: “Determinación del Grado de Partículas Atmosféricas Sedimentables, mediante el método de muestreo pasivo, zona urbana, 2012”, realizado en dicha ciudad durante octubre del 2012 a enero del 2013, lo que determinó el contenido de partículas sedimentables en esa ciudad, para lo cual estableció 15 puntos de monitoreo y aplicó la metodología de muestreo pasivo mediante rotulado y colocado de placa Petri y fueron ubicados en las casas según protocolo de monitoreo, estas permanecieron 30 días durante y el estudio se realizó por 3 meses. Se tuvieron en cuenta el tipo de vía, densidad poblacional y tráfico, para la ubicación de las placas Petri, se logró determinar con ello 3 partes de muestreo en la ciudad de Moyobamba: centro, intermedia y periferia ubicando 5 estaciones de monitores en cada zona. Se obtuvo como resultado que el valor promedio fue de $0.70 \text{ mg}/\text{cm}^2/30 \text{ días}$ para partículas sedimentables, superando así los estándares de calidad ambiental según (OMS).

Según Senamhi (2008), en su publicación “Evaluación de la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Lima – Callao Mayo”, los resultados obtenidos mostraron la evaluación de los contaminantes que afectan la calidad de aire de Lima Metropolitana

como material particulado y los contaminantes gaseosos, registraron parámetros meteorológicos que influyen en el transporte de los contaminantes atmosféricos como la velocidad y dirección del viento monitoreados a través de una red automática de la zona de estudio, en cuanto a la evaluación de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) se utilizó el método de muestreo pasivo que consistió en el preparado de las placas petri que fueron empleadas en el campo, posteriormente se retiraron las placas petri impregnadas de los contaminantes a evaluar, luego su llevadas al laboratorio para su evaluación, se observaron residuos como actividades de construcción, manipulación por terceros, entre otras, cercanas a las estaciones de monitoreo que fueron anotadas para su validación posterior y demostrar la calidad de información.

Según Semique, (2015), en su investigación titulada, Evaluación de las concentraciones de contaminantes sólidos atmosféricos de tres estaciones de monitoreo de la ciudad de Iquitos, por método gravimétrico, mediante la captación de partículas en envases abiertos, adicionando un adherente como la vaselina, colocadas en los puntos de monitoreo y luego de los 30 días son recolectados y llevado a laboratorio, donde se determina la masa pesando la placa y mediante la aplicación de una fórmula matemática se determinó la concentración de PAS. Se obtuvo como resultados que en las diferentes zonas hubo un incremento en los grados de concentración en la última semana y se concluyó que las evaluaciones en la concentración de los contaminantes sólidos atmosféricos en las tres zonas son diferentes debido a su ubicación y las actividades antrópicas propias que se realizan en cada zona.

Según Roncal (2008), en su investigación “Monitoreo de Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) en la ciudad de Celendín”, utilizo la metodología de placas receptoras, en zonas de la ciudad vulnerables y zonas que están expuestas a la contaminación atmosférica, se basaron en algunos criterios como puntos de la ciudad donde la afluencia vehicular es mayor, calles mal pavimentadas, en lugares cercanos a centros educativos, mercados y centros de salud, ya que se conoce que dichas organizaciones albergan afluencia de población muy importante y que tienden al alto riesgo de sufrir alguna enfermedad respiratoria, en total se identificaron 28 puntos como vulnerables para realizar el monitoreo. Obtuvieron como resultado que el 71 % de los puntos monitoreados de los contaminantes sólidos sedimentables superan los estándares

de calidad ambiental dado por la OMS que es de $5 \text{ ton/km}^2/\text{mes}$, entre los meses de abril a junio del 2008.

Según Villacrés (2015), en su investigación “Evaluación de la contaminación atmosférica de la ciudad de Ambato relacionado con el material particulado sedimentable”, empleando un diseño longitudinal durante agosto 2014 - julio 2015, ejecutó un monitoreo pasivo, seleccionando 6 puntos, en base a cobertura ciudadana. El método que se empleó Bergerhoff, utilizando jarras de 15 cm de diámetro, vasos de precipitación, placa calefactora, estufa y balanza analítica para el análisis gravimétrico y se determinó el contenido de material sedimentable durante 30 días. En el análisis estadístico empleó el software Infostat realizando la prueba de Anova y Tukey. Se crearon mapas de interpolación con la herramienta IDW del Software de Sistemas de Información Geográfica Arc Gis. A su vez, se analizó la realidad problemática de la sociedad con la ayuda de encuestas y de información epidemiológica de la ciudad. Los resultados estadísticos muestran que existe una diferencia significativa en los diferentes puntos de muestreo, y que en 3 parroquias existen medias que superan al límite de $0,5 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$ establecido por la OMS. Huachi chico $0.65 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$, Izamba $0.66 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$ y Pishilata $0.56 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$.

En el ámbito social se evidencio que parte de la población padece infecciones respiratorias con mucha frecuencia. Concluyéndose que existen elevados valores de material particulado sedimentable en diversas zonas de, lo cual tendría influencia negativa en la salud de los pobladores. Se señala como recomendación a al GAD-MA que se deben aplicar planes de mitigación que incluyan medidas como la reforestación, el control de actividades generadoras de material particulado sedimentable, así como campañas de socialización, que permitan reducir la contaminación.

Huatuco y Valderrama (2011), En su investigación “Contaminación del aire por material particulado en la ciudad Universitaria – UNMSM”, demostraron que la contaminación del aire en dicha Universidad, está relacionado con la concentración de material particulado, evaluada empleando el método de muestreo pasivo, donde los resultados fueron comparados con los ECA dados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), siendo de $0.5 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$. En el monitoreo se seleccionaron 23 puntos para monitorear,

los resultados fueron: media de la velocidad eólica fue de 3,25 m/s, la dirección del viento fue de N20°E. La mayor concentración se encuentra ubicada en la loza deportiva de la Facultad de Química de 1.45mg/cm²/mes, en el punto del comedor provisional de estudiantes, el promedio fue de 0.86mg/cm²/mes, el cual es superior a los ECA; en la Avenidas Venezuela y Colonial se obtuvo un promedio de 1.45mg/cm²/mes y 0.8mg/cm²/mes; valores respectivamente muy superiores.

MINSA (2012), en su investigación sobre “Estudio de Saturación Lima Metropolitana y Callao año 2012”, realizó un estudio en las estaciones de verano e invierno del año 2011, identificándose 47 puntos para monitorear y se procedió a medir el mayor número de contaminantes atmosféricos. Se utilizó el método pasivo, luego los análisis de las muestras de partículas se llevaron a cabo en el laboratorio de DIGESA y los gases en los Laboratorios Suiza. Los resultados fueron que en 21 distritos sobrepasaron los valores dados por la OMS que es de 0.5 mg/cm²/30 días, alcanzando valores altos en el distrito de Carabayllo de 1.85 mg/cm²/30 días, así como en distritos como Santa Anita, Ate y Comas. En 11 distritos sucedió lo contrario como en Magdalena del Mar y la Punta donde las concentraciones fueron de 0.17 mg/cm²/30 días y 0.25 mg/cm²/30 días, respectivamente estos valores se encuentran por debajo del límite recomendado por la OMS.

Según INEI (2011), en su Informe Técnico de Estadísticas Ambientales realizado en setiembre del 2011, el cual reportó, que, la concentración promedio de Polvo Atmosférico Sedimentable – PAS fue en promedio de 13,6 T/km²/mes, en el mes de setiembre del año 2011, siendo superior en 10,6% en relación al mismo mes del año anterior, asimismo en el mes anterior fue en promedio de 12,8 T/km²/mes donde hubo un aumento de 6,3%. Sin embargo, al compararlo con el valor dado por la OMS que es de 5 T/km²/mes, el nivel de PAS registrado es aproximadamente 2,7 veces el estándar. Siendo Lurigancho el distrito más crítico y de más alta concentración de PAS que alcanzó 69,2 T/km²/mes, siendo superior en 13,84 veces a lo recomendado por la OMS. Mientras que el distrito de Ancón es la zona de menor concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable al obtenerse un promedio de 2,9 T/km²/mes, muy por debajo al valor guía de la OMS que es de 5 T/km²/mes.

Nomberto (2015), en su investigación “Determinación del PAS empleando el método de Tubo Pasivo y de Placas Receptoras en los Distritos de Cercado de Lima y Comas”, hizo un comparativo de las mediciones de las concentraciones de polvo atmosférico utilizando dos metodologías, la primera denominada Tubo Pasivo validada por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), y la segunda denominada Placas Receptoras validada por SENAMHI. Se ubicaron puntos de monitoreo en los distritos antes mencionados, la ubicación de estos puntos ha sido previamente evaluados y se han tomado los siguientes criterios para su ubicación como recolectar datos de factores influyentes como velocidad y dirección del viento, humedad, temperatura y densidad poblacional. Se obtuvo como resultados que ninguno de las metodologías usadas presenta mayor incidencia sobre otra.

La contaminación atmosférica es la presencia de sustancias en la atmosfera en una concentración que presente riesgo en la salud de las personas y demás organismos vivos, así como de producir malos olores. Generalmente esto se aplica a las alteraciones con efectos negativos en los seres vivos (Cabrera *et al*, 2014).

El método pasivo de muestreo consiste en la recolección del contaminante por medio de su adsorción y/o en una matriz química seleccionada. Empleando solo la fuerza del aire y la gravedad para la colectan un contaminante específico. Después de su exposición durante un periodo determinado de muestreo, el cual puede ser desde unas cuantas horas o más de un mes, transcurrido este tiempo, la muestra es llevada al laboratorio, donde se realiza la recuperación del contaminante y el análisis cuantitativo (Lydy, 2014).

Los modelos de contaminación del aire son de relevancia en la ciencia, debido a la capacidad que tienen para investigar procesos ambientales. Estos métodos son únicos para cuantificar la relación entre emisiones y concentración-deposición, inclusive se puede proyectar las consecuencias de escenarios futuros y elaborar estrategias para mitigar (Bultjes, 2001).

Tabla N° 1. Ventajas y desventajas del muestreo pasivo

Ventajas	Desventajas
✓ La operación es simple y bajo costo.	✓ No se ha probado para todo contaminante.
✓ Se pueden colocar en números grandes.	✓ Solo generan medias mensuales y semanales.
✓ Útiles para sondeos, mapeos y estudios de línea de base.	✓ Requieren mano de obra permanente durante la prueba y el consiguiente análisis.
	✓ No existe un método de para comparar o referencial para monitorear el cumplimiento.
	✓ La generación de datos es muy lenta.

Fuente: Protocolo Calidad de Aire DIGESA - 2005

Para realizar la ubicación de puntos de muestreo se consideró: Las Unidades Socio – Económicas; Se tuvo en consideración las actividades económicas como: lugares de mayor concentración del comercio, calles más transitadas de alto flujo vehicular y locales con mayor confluencia poblacional. Geografía; a su vez, cada punto se ubicó considerando la topografía del área, siendo esta accesible para la toma de muestra. Dirección del Viento; se consideró la dirección predominante del viento mediante observación del arrastre de las partículas. Infraestructura; los puntos de monitoreo se hicieron a una altura que garantizo accesibilidad y protección por parte de la vivienda u otros.

Para monitorear se utilizó las metodologías diseñadas para el muestreo, análisis y proceso de las concentraciones de contaminantes atmosféricos en el lugar seleccionado y durante el tiempo programado.

Perú no cuenta con normativa o ley con respecto a los Estándares de Calidad Ambiental para Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) es así que, DIGESA y SENAMHI instituciones que realizan monitoreo de calidad de aire con respecto a PAS se basan en normas dada por la (OMS). (Cabrera et al., 2014).

Tabla N° 2. Comparación de metodologías según sus normas

Institución	Tiempo Promedio (días)	Límites Máximos Permisibles (mg/cm ² /30días)	Método
Dirección General de Salud (DIGESA)	30	0.5	Gravimétrico Estudio de Polvo Sedimentable (Jarra)
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)	30	0.5	Gravimétrico Ensayo de polvo sedimentable (jarras), polvo atmosférico sedimentable (placas de vidrio)

Fuente: DIGESA Y SENAMHI

El problema planteado en esta investigación fue: ¿Cuál será la influencia del flujo vehicular, en la contaminación por polvo atmosférico sedimentable en el mercado zonal Palermo - Trujillo, 2019?

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia del flujo vehicular, en la contaminación por polvo atmosférico sedimentable en el mercado zonal Palermo – Trujillo. En este sentido, las actividades que se ejecutan como la quema de combustibles fósiles, el incesante caos vehicular proveniente del parque automotor, diversos procesos industriales, así como el aumento progresivo del campo constructor han hecho que los niveles de calidad de aire no se encuentren dentro de lo permitido lo que produce efectos nocivos en la salud de las personas y también en las áreas verdes de nuestro ambiente. Este es un problema que ha alcanzado niveles insospechados pues, mundialmente es conocido como un contaminante de gran potencia. Es por ello que el trabajo realizado servirá como un diagnóstico de la calidad del aire en el mercado zonal Palermo, Trujillo 2019, teniendo en cuenta la normativa ambiental vigente relacionada a este tema lo cual servirá para establecer medidas de minimización y mitigación.

Frente a la realidad problemática expuesta debemos mejorar la información sobre este contaminante ya que en Perú no hay una norma establecida por el Ministerio del Ambiente, por esa razón se toman como referencia los ECA dados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que establece como valor máximo de $0.5 \text{ mg/cm}^2/30$ días para PAS.

Con respecto a ellos, se debe mencionar que este estudio es innovador, pues no existen registros de su aplicación a diferentes escalas, la realización de esta investigación permite tener una base de datos de concentración de material particulado sedimentable que puede ser utilizado como modelo para futuras investigaciones. Esto debe de ser de interés para todas las autoridades, así como para la población involucrada en el tema pues logrará dar un mayor realce al cumplimiento de la normativa.

Nos planteamos las siguientes hipótesis:

H_i: El flujo vehicular, influye en la contaminación por polvo atmosférico sedimentable en el mercado zonal Palermo - Trujillo, 2019.

H₀: El flujo vehicular, no influye en la contaminación por polvo atmosférico sedimentable en el mercado zonal Palermo - Trujillo, 2019.

El objetivo general planteado fue evaluar la influencia del flujo vehicular, en la contaminación por polvo atmosférico sedimentable en el mercado zonal Palermo - Trujillo, 2019, mientras que los objetivos específicos fueron:

Determinar la concentración de polvo atmosférico sedimentable en el ámbito del mercado zonal Palermo – Trujillo. A su vez, comparar la concentración de polvo atmosférico sedimentable en el mercado zonal Palermo - Trujillo con el Estándar de Calidad Ambiental dado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que es de $0.5 \text{ mg/cm}^2/30$ días. También, correlacionar la contaminación por polvo atmosférico sedimentable con el flujo vehicular en el mercado zonal Palermo – Trujillo y diseñar el mapa de distribución de contaminante de PAS, usando el software Arc gis 10.1.

II. MÉTODO

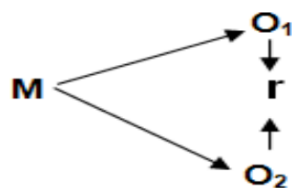
2.1. Tipo y diseño de investigación

Según su nivel o alcance es una investigación de tipo descriptivo, ya que describe las características de la variable tal y como se muestran en el campo de estudio.

En el presente trabajo según la finalidad perseguida es una investigación pura o básica, porque se desea generar conocimiento puro, en base a la contaminación por polvo atmosférico sedimentable que se encuentran en el objeto de estudio.

Enfoque de la investigación fue cuantitativo, porque estuvo orientado a la medición y sus resultados se basan en la estadística y su temporalidad fue transversal, ya que la recolección de datos se realizará en un momento determinado.

El diseño aplicado fue transversal Descriptivo correlacional, ya que en este diseño se observa la muestra, se describe la variable tomada individualmente, se reporta los datos que se obtienen en un tiempo único y se describen vinculaciones y asociaciones entre categorías, en la presente investigación se evaluó la contaminación con respecto a la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable que se encuentran en dicha población sin administrar tratamiento y se comparó con el ECA dado por la OMS que es de $0.5\text{mg}/\text{cm}^2/30$ días, dicha variable se relacionó por zonas de uso de suelo (residencial, industrial y comercial) y afluencia vehicular. Siendo el esquema de este diseño de investigación el siguiente:

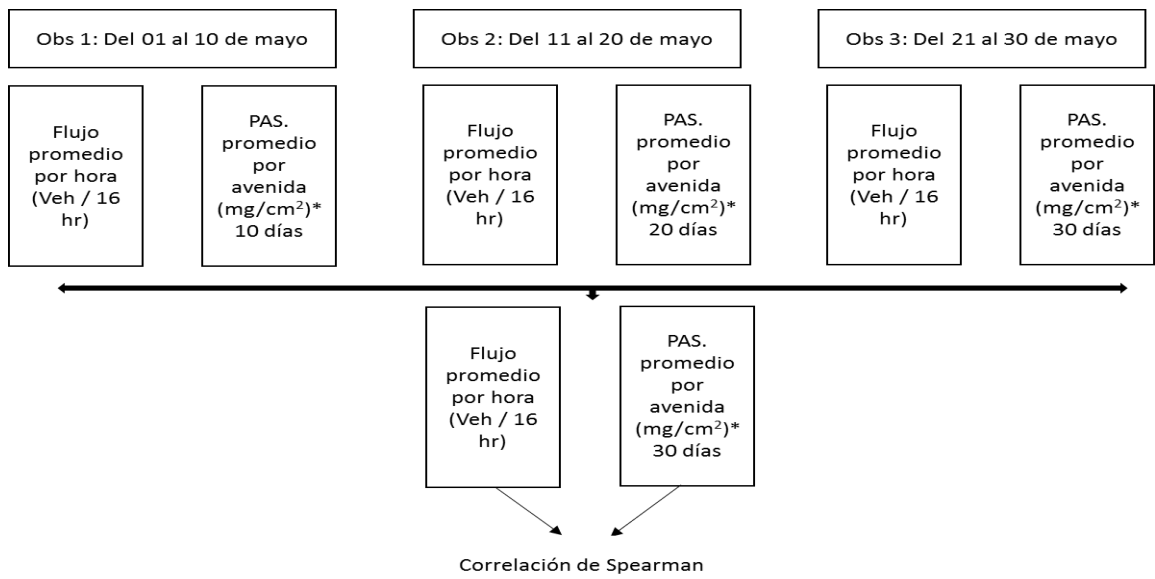


Donde:

M: representa la muestra (Los puntos de Monitoreo del distrito de Trujillo).

O1: representa la observación de la variable 1 (Flujo vehicular).

O2: representa la observación de la variable 2 (concentración de PAS).



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 1. Esquema de trabajo

2.2.Operacionalización de variables

Tabla N° 3. Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Polvo atmosférico sedimentable	Agrupación de partículas contaminantes sólidas suspendidas en el aire con diámetro mayor o igual a 10 micras ($D = 10\mu$); tamaño y peso que se ven afectados por la atracción gravitatoria de la tierra (gravedad)(Cabrera et. 2014).	La concentración de PAS se evaluó mediante el método de muestreo pasivo por un periodo de 30 días y se compara con los ECA dado por la OMS para este contaminante que es de $0.5 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$	$\text{mg/cm}^2/30 \text{ días}$	Cuantitativa de Razón
Flujo vehicular	El flujo vehicular son el número de unidades que circulan por un punto en una unidad de tiempo (Huerta Luis, Quiroz Paola, 2015).	Se estimó la cantidad de vehículos, durante las 16 horas del día mientras dure la medición de $\text{PM}_{2.5}$; estos vehículos se clasificarán de acuerdo al tipo de combustible que consume.	Flujo vehicular $F_v = \frac{\# \text{unidades}}{\text{unidad de tiempo o Vehículos/hora}}$	Razón

Fuente: Elaboración propia.

2.3.Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Conformado por el aire que circula por el área comprendida entre las cuadras de las avenidas, Los Incas, José María Eguren y Sinchi Roca; que bordean la parte externa del mercado zonal Palermo.



Fuente: Google maps.

Figura N° 2. Mapa del área de estudio.

2.3.2. Muestra

Estuvo conformada por el aire que circula por los 10 puntos de monitoreo georreferenciados con GPS, indicados en la tabla N°4, obtenidos mediante la aplicación del método de la cuadrícula, dichos puntos se distribuyeron proporcionalmente en la parte periférica del mercado zonal Palermo formada por las avenidas, Sinchi Roca, José María Eguren y Avenida César Vallejo en base al criterio de mayor afluencia vehicular.

2.3.3. Unidad de Análisis

Estuvo conformada por un punto de monitoreo que se encuentra ubicado en los alrededores del mercado zonal Palermo de Trujillo con el fin de evaluar la contaminación de Polvo Atmosférico Sedimentable.

2.3.4. Criterios de Selección

Fueron la cantidad de puntos de monitoreo que es de acuerdo al valor de la muestra y estuvieron ubicados en la parte superior de las paredes laterales del mercado zonal Palermo, se encontraban expuestos a la contaminación de los gases y partículas producidos por las unidades vehiculares que ocasionan la congestión.

Criterios de Inclusión

Fueron incluidos como puntos de monitoreo aquellos que cayeron en los puestos de venta, así como los cercanos a estos.

Criterios de Exclusión

Fueron excluidas las muestras que contengan alteraciones como basura, desechos de animales, etc.

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

2.4.1. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos

En esta tesis, la obtención de las muestras se realizó en las siguientes fases:

Primero se hizo una revisión de la zona en estudio, luego un sondeo preliminar de la zona y su posterior delimitación del área en estudio, aplicamos el método de la cuadrícula y elegimos los puntos de monitoreo, similar al método propuesto por la ISO 1996-2; 1987 teniendo como un punto de monitoreo, las distancias utilizadas entre puntos oscilaron entre 20 – 25 metros. Teniendo en consideración para este estudio las siguientes restricciones:

Se segmentó el área del mercado en cuadrantes de 20 x 20 m.

Se posicionó las cuadrículas de tal forma que las aristas cayeran en los límites exteriores del mercado.

Se consideraron puntos de monitoreo aquellos que cayeron en las avenidas César Vallejo, J. M. Eguren y Sinchi Roca.

Se identificaron un total de 10 puntos de monitoreo dentro en las avenidas César Vallejo, J. M. Eguren y Sinchi Roca los cual fueron distribuidos bajo los criterios de zonas de uso de suelo y de mayor afluencia vehicular.

Cada punto de monitoreo fue georreferenciado mediante el uso de un GPS.

Tabla N° 4. *Puntos de ubicación de monitoreo y coordenadas geográficas*

N°	Coordenadas GPS		Ubicación
	Latitud	Longitud	Calle o Avenida
1	8. 111 564	79 020 617	Sinchi Roca
2	8. 111 343	79 020 422	Sinchi Roca
3	8. 111 092	79 020 224	Sinchi Roca
4	8. 110 902	79 020 043	Sinchi Roca / María Eguren
5	8. 111 245	79 019 626	María Eguren
6	8. 111 514	79 019 295	María Eguren
7	8. 111 706	79 019 083	María Eguren / César Vallejo
8	8. 111 937	79 019 255	César Vallejo
9	8. 111 182	79 019 476	César Vallejo
10	8. 112 380	79 019 627	César Vallejo

Observación: Puntos de mayor congestión vehicular

Fuente: Elaboración propia.

En cada punto se realizó un muestreo cada diez días por triplicado del contaminante evaluado, Polvo Atmosférico Sedimentable presente en el aire, mediante el método de muestreo pasivo. Estos valores fueron comparados con el valor referencial que nos da la Organización Mundial de la Salud (OMS) que es de $0.5 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$, entidad que establece los Estándares Ambientales de Calidad de Aire con respecto a dicho contaminante.

2.4.2. Validez y Confiabilidad

Los instrumentos y equipos que se emplearon en el estudio tienen como marco a la Ley N.° 30224.

En la presente investigación se utilizó como instrumento el formato para ubicación de puntos de monitoreo dado por el MINAM lo cual está aprobado y validado según la RM-N°227-2013-MINAM en su anexo N°1, lo que permite ser utilizado en campo

para la obtención de datos y dar respuesta a cada uno de los objetivos trazados. (Ver Anexo).

En la presente investigación se utilizó una guía de observación para poder anotar los pesos tanto inicial como final de cada placa petri, luego se determinó mediante fórmula las concentraciones del contaminante en estudio.

2.5.Procedimiento

La evaluación de la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable se realizó mediante el método de muestreo Pasivo, propuesto por R.D. N ° 1404-2005-DIGESA-SA en su publicación “Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire” el cual consistió en realizar trabajo de campo, de laboratorio, así como de gabinete basado en la metodología de muestreo pasivo:

El lugar de cada punto de monitoreo estuvo libre de obstáculos (edificaciones en el entorno, áreas con árboles, etc.), u otras fuentes de contaminación que ocasionen perturbaciones serias de los valores obtenidos.

Las placas receptoras fueron instaladas a una altura de 2.5 m sobre el nivel del suelo.

Las placas receptoras (placas Petri), previamente limpias y uniformemente adicionadas de vaselina con ayuda de guantes, codificadas con plumón indeleble y pesadas inicialmente en la balanza analítica, fueron colocadas en cada punto de monitoreo a una altura de 2.5 m sobre el nivel del suelo. por un periodo de 30 días, bajo techo de protección, las cuales se evaluaron cada 10 días. Fue considerada como muestras cero, las placas colocadas en horas consideradas sin afluencia vehicular o con una afluencia mínima, en la noche, desde las 10:00 pm hasta las 6:00 am del día siguiente.

Al término de cada período de exposición se recogieron las placas Petri de cada punto de monitoreo y fueron sometidas al análisis en el LABORATORIO DE QUIMICA DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C. mediante el método gravimétrico, pesando cuidadosamente en la balanza analítica y anotando en el instrumento de recolección de datos, cada peso de acuerdo al orden establecido en cada punto de monitoreo.

En la presente investigación se consideró la velocidad y dirección del viento, este parámetro meteorológico influye directamente en el transporte del contaminante a evaluar, para ello se tomaron los datos de la base actualizada del año 2019 de la estación meteorológica de SENAMHI ubicada en la Ciudad de Trujillo, lo cual cuenta con una estación meteorológica DAVIS (WEATHER WIZARD III).

Al día 30 se procedió a recolectar las placas Petri, luego se llevaron al laboratorio para su pesado en la balanza analítica y por diferencia de peso se determinó el peso del Polvo Atmosférico Sedimentable. Para la determinación de la concentración de polvo atmosférico sedimentable se utilizó la siguiente ecuación matemática:

$$\Delta W = W_f - W_i \text{ (mg)}$$

$$C = \frac{\Delta w \times 30}{S \times \text{dias de exposicion}}$$

Donde:

C: concentración de PAS (mg/cm²/30 días)

ΔW : diferencia de pesos (mg)

S: área = $\pi \cdot r^2$ (cm²), $\pi=3.1416$ y r= radio de la placa Petri

2.6.Método de análisis de datos

En el análisis de datos se utilizó las medidas estadísticas, desviación estándar, prueba no paramétrica de correlación de SPEARMAN y la prueba paramétrica de PEARSON; según la distribución de los datos. Lo que nos permite medir en que zonas existe mayor concentración de PAS y a la vez determinar el grado de relación existente entre dichas variables; a un nivel de confianza del 95%.

Para el procesamiento de los datos se elaboró inicialmente en el software de Microsoft Office 2016 una hoja de cálculos Excel; luego para el análisis predictivo se usó el software IBM SPSS Statistics 22.

Para el diseño del mapa de distribución de contaminante de PAS, se usará el software Arc Gis 10.1, el cual nos permitirá visualizar el comportamiento de este contaminante en el distrito de Trujillo.

2.7.Aspectos éticos

La presente investigación estuvo orientada al uso correcto de los datos y no hay manipulación con respecto a la toma de datos como en los procesamientos de estos.

Las informaciones de fuentes son citadas respetando las ideas del autor. La presente investigación se realizó respetando las condiciones ambientales y sin alterar el medio.

No se afectaron, ni manipularon especies o personas.

III. RESULTADOS

Tabla N° 5. Promedio de la concentración de PAS y flujo vehicular.

Puntos de monitoreo alrededor del mercado zonal Palermo	Flujo Vehicular promedio (Km/h)	PAS (Blanco) mg/cm ² /30 noches	PAS mg/cm ² /10 días	PAS mg/cm ² /20 días	PAS mg/cm ² /30 días
Av. Los Incas	198	0.2481	0.5889	1.2737	1.9601
Av. Jose M. Eguren	150	0.2414	0.5831	1.4704	1.9779
Av. Sinchi Roca	62	0.2467	0.4908	1.4652	1.8696

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 5 se presenta los resultados del PAS y el Flujo vehicular, evaluados los días 0, 10, 20 y 30. Considerándose como blanco las placas puestas en la noche, desde las 10:00 pm. hasta las 6:00 am. del día siguiente cuando el flujo vehicular es insignificante. Se observa que cuando hay escasa afluencia de flujo vehicular el PAS es menor que el límite máximo permitido por el ECA de la OMS que es de **0.5 mg/cm²/30 días**.

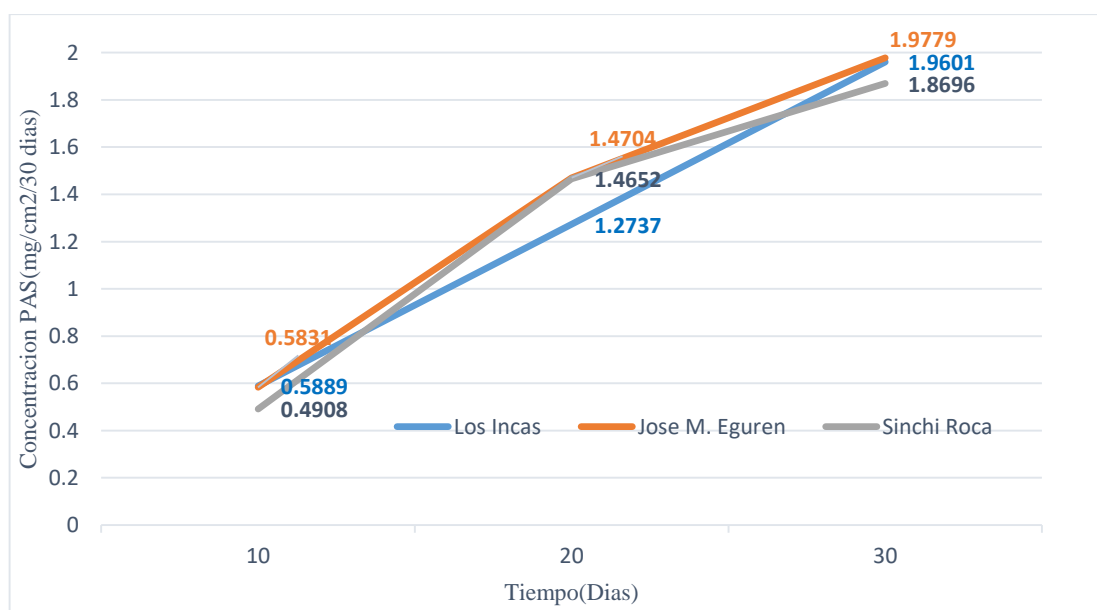


Figura N° 3. Concentración de PAS durante el tiempo de estudio.

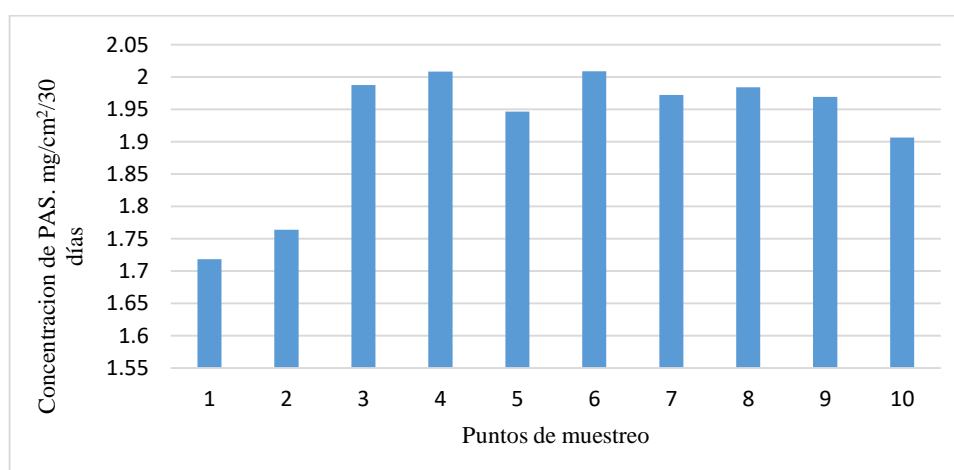
Se observa el incremento de PAS cada 10 días de muestreo, siendo el día cero el blanco, las placas puestas en la noche, desde las 10:00 pm. hasta las 6:00 am durante los 30 días.

Tabla N° 6. Recolección de PAS por punto de monitoreo.

N°	Concentración de PAS	Promedio de PAS por punto de monitoreo
	mg/cm ² /30 días	mg/cm ² /30 días
1	1.7182	Sinchi Roca (1.8696)
2	1.764	
3	1.9878	
4	2.0084	
5	1.9467	Jose M. Eguren (1.9779)
6	2.009	
7	1.9726	Los Incas (1.9601)
8	1.9843	
9	1.9696	
10	1.9068	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 6, se observa que en la recolección de PAS en los puntos de monitoreo a los 30 días supera los valores permitidos por el ECA de la OMS que es de **0.5 mg/cm²/30 días**.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 4. Recolección de PAS por cada punto de monitoreo.

Tabla N° 7. Comparación de PAS con el ECA para aire según OMS.

Puntos de monitoreo alrededor del Mercado Zonal Palermo	Flujo Vehicular Promedio (Km/h)	PAS mg/cm ² /30 días	ECA OMS 0.5mg/cm ² /30 días
Los Incas	198	1.9601	Excede
Jose M. Eguren	150	1.9779	Excede
Sinchi Roca	62	1.8696	Excede

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 7, se puede observar como el flujo vehicular influye en la cantidad de PAS en las avenidas consideradas, superando los estándares de calidad de la OMS.

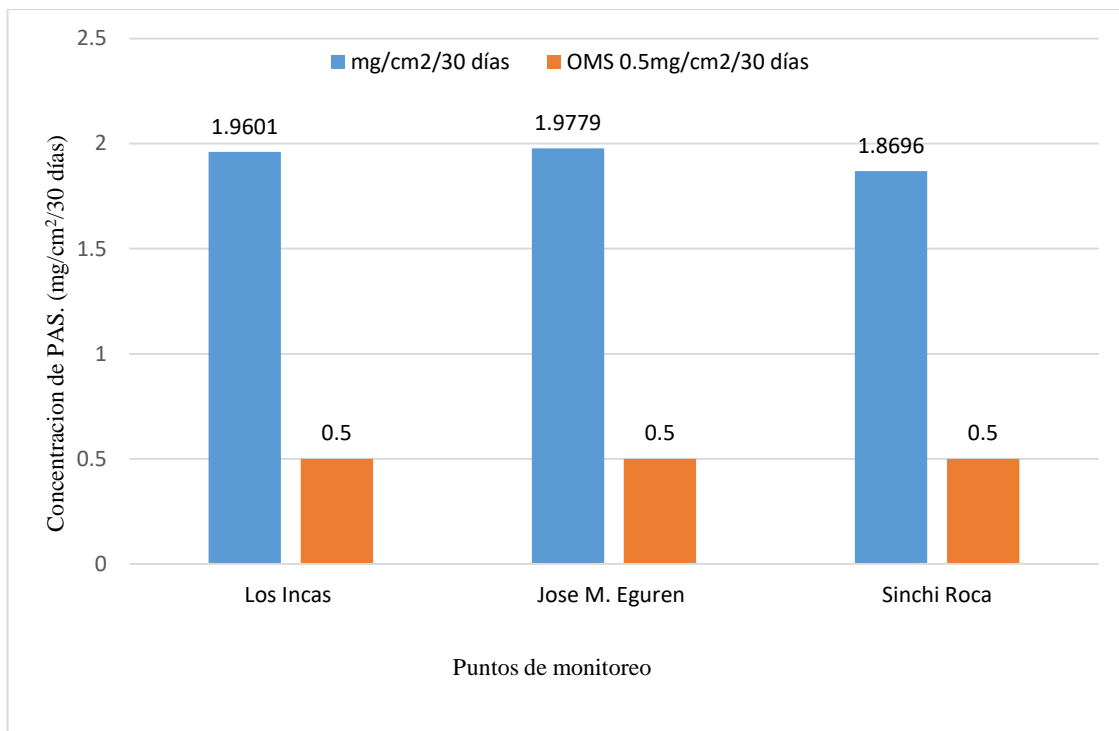


Figura N° 5. Comparación entre Concentración de polvo atmosférico sedimentable mg/cm²/30 obtenida y el ECA para aire dado por la OMS.

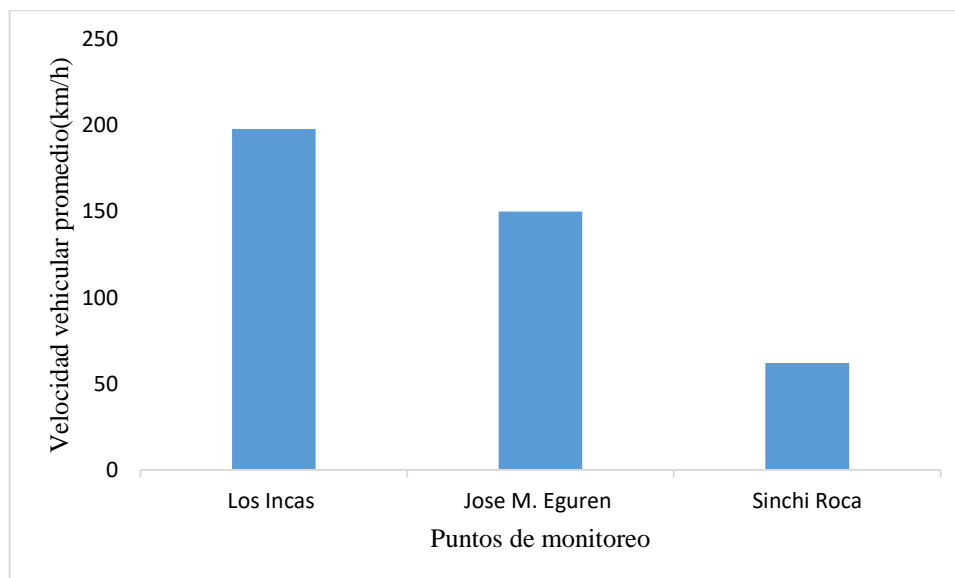


Figura N° 6. Flujo vehicular promedio durante hora punta en los puntos de monitoreo.

Tabla N° 8. Correlación de Pearson entre Flujo vehicular y PAS

		Flujo Vehicular	Polvo Atmosférico Sedimentable 30 días
Flujo Vehicular	Correlación de Pearson	1	,781*
	Sig. (bilateral)		,013
	N	9	9
Polvo Atmosférico Sedimentable 30 días	Correlación de Pearson	,781*	1
	Sig. (bilateral)	,013	
	N	9	9

Fuente: IBM SPSS Statistics 22.

En la Tabla N°8, se muestra el test de Correlación de Pearson, el cual es aplicado para datos con 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 el flujo vehicular y la contaminación por PAS, y que esta es positiva evidenciando una relación directa entre

dichas variables; lo cual evidencia un peligro para la salud de las personas que se exponen a este contaminante.

Tabla N 9. Análisis de varianza del contenido de PAS por punto de monitoreo durante 30 días.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,031	2	,016	13,186	,006
Dentro de grupos	,007	6	,001		
Total	,039	8			

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

En la Tabla N°9, se muestran los resultados del análisis de varianzas, obteniéndose un valor ($p < 0.05$), con lo cual se asume que existe diferencia significativa del contenido de PAS entre al menos dos de las avenidas objeto del estudio.

Encontrada diferencia significativa en la prueba de ANOVA; se procedió a realizar la prueba post hoc TUKEY de múltiples comparaciones entre grupos para determinar entre que avenidas la diferencia de contenido de PAS es significativa.

Tabla N° 10. Subconjuntos homogéneos de HSD Tukey entre puntos de monitoreo

Avenidas	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Sinchi Roca	3	1,8447	
Los Incas	3		1,9601
José M. Eguren	3		1,9779
Sig.		1,000	,809

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

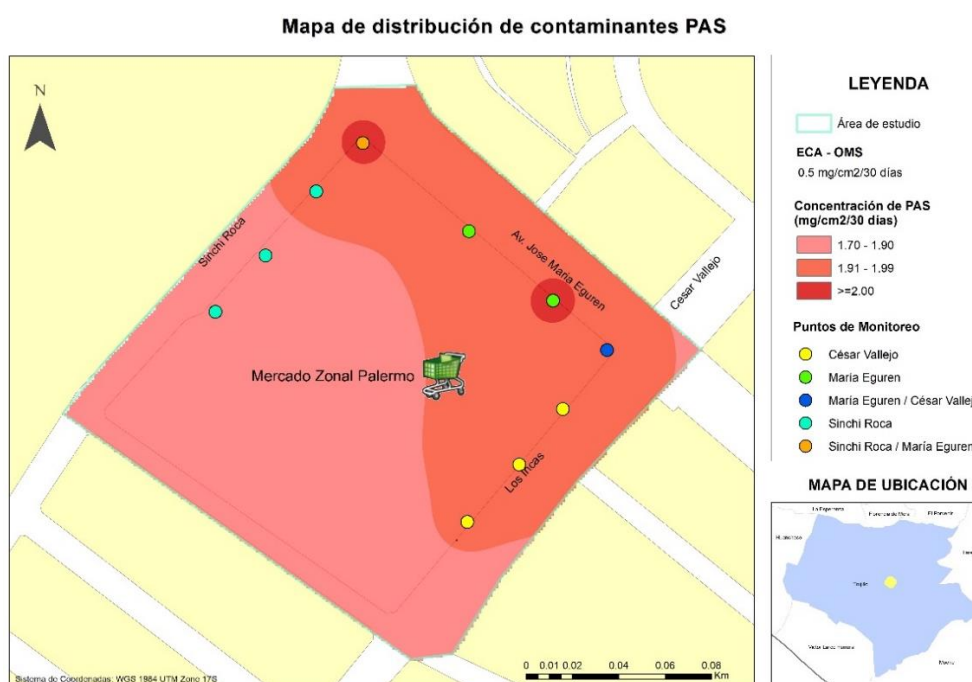
En la tabla 10 de subconjuntos homogéneos de Tukey se muestran 2 subgrupos que se diferencian significativamente ($p < 0.05$) en el contenido de PAS.; siendo este contenido diferente en la Av. Sinchi Roca; mientras que, en las Av. Los Incas y José María Eguren el contenido de PAS. no difiere significativamente; a su vez, son las avenidas que presentan mayor contaminación del aire por PAS; con valores que exceden lo recomendado por la OMS.

Tabla N° 11. Coordenadas GPS de ubicación de puntos de monitoreo

N°	Coordenadas UTM		PAS
	Este	Norte	mg/cm2/30 días
1	718108.62928	9102836.79483	1.7182
2	718130.24386	9102861.13613	1.764
3	718152.20535	9102888.79429	1.9878
4	718172.25999	9102909.71401	2.0084
5	718218.04198	9102871.54849	1.9467
6	718254.38382	9102841.61475	2.009
7	718277.64950	9102820.26242	1.9726
8	718258.56479	9102794.80265	1.9843
9	718239.75960	9102770.77621	1.9696
10	718217.31917	9102745.99985	1.9068

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 11 se observa los puntos de ubicación del monitoreo PAS, se han modificado las coordenadas que ha proporcionado el GPS, de latitud y longitud, para poder georreferenciar los puntos en ArcGIS 10.4.1 convirtiendo estas a coordenadas UTM.



Fuente: ArcGis 10.4.1

Figura N° 7. Mapa de la distribución de la contaminación por PAS empleando ArcGis.

En la figura N°7, utilizando el sistema ArcGis se puede observar la contaminación de PAS, mientras más rojo es la coloración indica mayor cantidad de PAS.

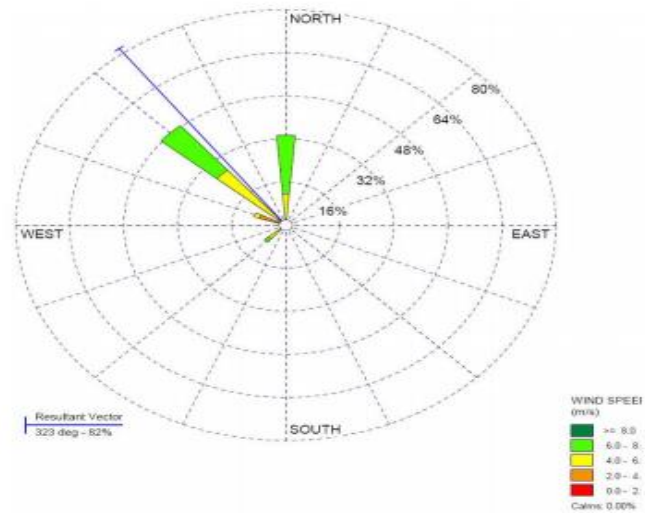


Figura N° 8. Direccionamiento del flujo de aire usando Rosa de viento.

Fuente: SEGAT, Trujillo

En la figura N° 8, se puede observar la dirección del viento el cual circula mayoritariamente de sureste a noroeste.

IV. DISCUSIÓN

1. En la tabla N° 5 se presenta los resultados de concentración de polvo atmosférico sedimentable en el ámbito del mercado zonal Palermo – Trujillo, encontrándose, en las Av. Los Incas, José María Eguren y Sinchi Roca, empleando el método de muestreo pasivo de PAS valores de (1.9601, 1.9779 y 1.8696 mg/cm²/30 días) respectivamente, resultados superiores a los descritos por Lozano (2012), empleando el mismo método en la zona urbana de la ciudad de Moyobamba donde obtuvo un valor promedio de 0.70 mg/cm²/30 días para partículas sedimentables. Mientras tanto, la diferencia encontrada es significativa $p < 0.05$ en el contenido de PAS por avenidas que según Lozano (2012) a su vez, los parámetros meteorológicos velocidad del eólica, dirección, serían los responsables del transporte de los contaminantes atmosféricos; lo cual explicaría por qué en una misma zona; los puntos de monitoreo difieren significativamente en PAS dependiendo de la ubicación de estos y la dirección del viento.
2. A su vez; en la Tabla N° 6, se coteja los resultados obtenidos con los estándares de calidad de la OMS para zonas urbanas el cual se estima en (0.5mg/cm²/30 días), resultados que superan considerablemente a lo permitido; siendo en la avenida José M. Eguren la que presento los valores más altos del estudio, coincidiendo con los valores reportados por Corleto y Cortez (2012) quienes en su investigación obtuvieron valores que oscilan entre 1.8104 – 4.0139 mg/cm²/30 días. A esto, se suma López (2013) quien concluyo en su estudio que la ciudad de Trujillo se encuentra en el ranking de las ciudades que poseer el aire más contaminado. A su vez, el servicio de gestión ambiental de Trujillo ha informado que dentro de toda la ciudad más de 19 mil vehículos circulan, pero la mayor circulación vehicular se da en el centro histórico con 10 mil vehículos, trayendo como consecuencia el incremento de la polución en el aire lo cual es ocasionado por el transporte, debido al humo que emiten los vehículos. No obstante, Ramírez (2006) menciona que los niveles de concentración de los contaminantes atmosféricos se encuentran relacionados con el número de consultas por infecciones agudas respiratorias en niños menores de cinco años; por lo que la situación dela calidad del aire en Trujillo es un tema alarmante.

3. En la tabla N° 8 de estudio de correlación de PEARSON entre el flujo vehicular y la contaminación por polvo atmosférico sedimentable en el mercado zonal Palermo – Trujillo, se encontró significancia $p < 0.05$. A su vez, se puede ver que existe una relación moderadamente fuerte y positiva y que la variación del flujo vehicular explica en un 78.10% la contaminación por PAS; por lo que se infiere que estos guardan estrecha relación y que al incrementarse progresivamente el número de vehículos que circulan por una avenida, también lo hará en el mismo orden la contaminación por PAS en dicho sector.
4. A su vez se diseñó el mapa de distribución de contaminante de PAS, empleando el software Arc Gis 10.4.1; que muestra las zonas de mayor coloración donde existe mayor cantidad de polvo atmosférico sedimentable, lo cual identifica a la Av. Los Incas como la más contaminada, dicha metodología fue también empleada por Villacrés (2015) mediante el Software de Sistemas de Información Geográfica Arc Gis creo mapas de interpolación para determinar distribución de contaminantes.

V. CONCLUSIONES

- a.** Se determinó la concentración de polvo atmosférico sedimentable en el ámbito del mercado zonal Palermo – Trujillo. encontrándose, en las Av. Los Incas, José María Eguren y Sinchi Roca, en base a método pasivo de muestreo PAS valores de (1.9601, 1.9779 y 1.8696 mg/cm²/30 días) respectivamente; siendo la Av. José María Eguren la que presentó los valores más altos de PAS.
- b.** Se concluye con los resultados obtenidos que la concentración de PAS en la zona de estudio se encuentra por encima de los valores establecidos por la OMS (0.5 mg/cm²/30 días) para ambientes urbanos saludables.
- c.** Se realizó el análisis de correlación de PEARSON concluyéndose que existe una relación moderadamente fuerte positiva y que la variación del flujo vehicular explica en un 78.10% la contaminación por PAS; por lo que se infiere que dichas variables guardan estrecha relación y que al incrementarse progresivamente el número de vehículos que circulan por una avenida, también lo hará en el mismo orden la contaminación por PAS en dicho sector.
- d.** Se diseñó el mapa de distribución de contaminante de PAS, usando el software Arc gis 10.4.1 concluyéndose que la distribución de contaminantes difiere significativamente entre avenidas, siendo la más afectada la Av. José M. Eguren con una concentración de 1.9779 mg/cm²/30 días.

VI. RECOMENDACIONES

- a.** Se recomienda a las autoridades renovar el parque automotor de los vehículos que circulan por las avenidas, Los Incas, Sinchi Roca y José María Eguren son las causantes del aumento de polvo atmosférico sedimentable detectadas en el área de influencia de la presente investigación.

- b.** Se recomienda realizar una profunda investigación de polvo atmosférico sedimentable durante los doce meses del año, para obtener datos que nos indiquen la real situación de la contaminación del aire que respiran los habitantes, comerciantes y ciudadanos que circulan diariamente por dichas avenidas.

REFERENCIAS

- ✓ BAYAS Guerrero, Karla Andrea. Distribución espacial y multitemporal de material Particulado, en los Campus Universitarios de la Unach de la ciudad de Riobamba. 2017. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Chimborazo, 2017.
- ✓ BENAVIDES, H. (2003). Pronóstico de la concentración de material particulado por chimeneas industriales en Bogotá. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Geociencias.
- ✓ BUILTJES, P.J.H. (2001). Major twentieth century milestones in air pollution modeling and its application. Gyrning and Schiermeier, Kluwer Academic/Plenium Publishers.
- ✓ CLIMA DE CAMBIOS. La principal causa de la contaminación del aire en el Perú es el parque automotor [En Línea]. PUCP. Lima, Mayo 2016. Disponible en: <http://www.pucp.edu.pe/climadecambios/index.php?tmpl=articulo&id=2001>
- ✓ CORLETO Escobar, Aida Maricela y CORTÉZ Aquino, Dania Marcela. Comparación de los métodos de Bergerhoff y placas receptoras para la cuantificación de polvo atmosférico sedimentable. 2012. Tesis Doctoral. Universidad de El Salvador. Tesis (Licenciatura en Química y Farmacia). San Salvador: Universidad de El Salvador, 2012. 161p.
- ✓ DIGESA: Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos. [En Línea]. Lima, 2005. 71p. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2017]. Disponible en: http://www.digesa.sld.pe/norma_consulta/protocolo_calidad_de_aire.pdf
- ✓ El Aire de Trujillo es uno de los más contaminados [En Línea]. Diario La República, Trujillo, Perú, 09 de junio del 2014. Disponible en: <http://larepublica.pe/09-06-2014/el-aire-en-trujillo-es-uno-de-los-mas-contaminados>
- ✓ FANG, G.C., Chang, C.N., Chu, C.C., Wu, Y.S., Fu, P., Yang, I.L., y Chen, M.H. (2003). Characterization of particulate, metallic elements of TSP, PM2.5 and PM2.5-10

aerosols at a farm sampling site in Taiwan Taichung. *The Science of the Total Environment*, 308, 157-166.

- ✓ HO, K.F., Lee, S.C., Chan, C., Yu, J., Chow, J., y Yao, X.H. (2003). Characterization of chemical species in PM_{2.5} and PM₁₀ aerosols in Hong Kong. *Atmospheric Environment*, 37, 31-39.
- ✓ HUATUCO, Marcos y VALDERRAMA, Andrés. *Contaminación del Aire por Material Particulado en la ciudad universitaria UNMSM*. 1ed, Lima Enero, 2012. 20P.
- ✓ INEI: Informe técnico de estadísticas ambientales [En Línea]. Lima: Área de Estadísticas Ambientales, Setiembre, 2011. 51p. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2017]. Disponible en:
<http://sinia.minam.gob.pe/documentos/informe-tecnico-estadisticas-ambientales-enero-2011>
- ✓ LAOS, H; MAMANI, D; VALDERRAMA, A; CABRERA, Mileydi. Estudio comparativo para la determinación del polvo atmosférico sedimentable empleando las metodologías de tubo pasivo y de placas receptoras en la ciudad universitaria de San Marcos – Lima. . [En Línea]. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2017]. Disponible en:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/Publicaciones/rev_cedit/2008_V03/pdf/a06v3.pdf.
- ✓ LYDY, M. J., LANDRUM, P. F., OEN, A. M., ALLINSON, M., SMEDES, F., HARWOOD, A. D., LI, H., MARUYA, K. A. and LIU, J. Passive sampling methods for contaminated sediments: state of the science for organic contaminants. [En Línea]. 2014, vol. 10(2). [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2017]. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24307344>.
- ✓ LOPEZ Vásquez, Jorge. Problemática y propuesta de gestión ambiental en la ciudad de Laredo, Trujillo, Perú. [En Línea]. 2013, vol. 9, Núm. 1. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2017]. Disponible en:
<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/155/158>
ISSN: 2306-2002.

- ✓ LOZANO Coral, Freddy Rusber. Determinación del Grado de Partículas Atmosféricas Sedimentables, mediante el método de muestreo pasivo, zona urbana, 2012. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, 2012. 73p.

- ✓ Ministerio Nacional del Ambiente (MINAM). Plan Nacional de Gestión de Calidad de Aire, 1ra ed. Lima: Área de Gestión de Calidad del Aire. 2014. 60p.

- ✓ MINSA: Estudio de Saturación Lima Metropolitana y Callao, Año 2012 [En Línea]. 2da ed. Lima: Área de Gestión de Calidad de Aire. 2012. 66p. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2017]. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/Estudio%20de%20Saturacion%202012.pdf

- ✓ MIDDLETON, V. Encyclopedia of Sediments and Sedimentary Rocks [En Línea]. Springer Netherlands: Netherlands, Enero 2003. Vol (1). 928 pag. ISBN 978-1-4020-0872-6
Disponible en: https://books.google.es/books?hl=en&lr=lang_en&id=A3MxOboEY3AC&oi=fnd&pg=PP2&dq=+Passive+method+of+sedimentary+material+air&ots=FysCkrH3PL&sig=2kWwwb4qtBd5c1uJQ0GpvBGrXtU#v=onepage&q&f=false

- ✓ OLIVARES, G. (2001). Dispersión regional de azufre oxidado en Chile central. Tesis de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Chile, Santiago de Chile.

- ✓ Organización Mundial de la Salud (OMS): La calidad del aire se está deteriorando en muchas de las ciudades del mundo [En Línea]. OPS: Ginebra, Mayo 2014. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9558%3A2014-air-quality-is-deteriorating-in-many-of-the-worlds-cities&Itemid=1926&lang=es

- ✓ PERRONE, M.R., Turnone, A., Buccolierib, A., y Buccolierib, G. (2005). Particulate matter characterization at a coastal site in south-eastern Italy. *Journal of Environmental*

Monitoring. First published as an advance article on the web 6th December. DOI: 10.1039/b513306h.

- ✓ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA): Plan de Acción Regional de Cooperación Intergubernamental en materia de Contaminación Atmosférica para América Latina y el Caribe [En Línea]. EEUU, marzo 2014. Disponible en: http://www.pnuma.org/forodeministros/19-mexico/documentos/decisiones/Contaminacion_Atmosferica/Decision_Contaminacion_atmosferica.pdf
- ✓ QUIJANO, A., y Orozco, J. (2005). Monitoreo de material particulado fracción respirable (PM2.5) en Pamplona (Colombia). *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 3(2), 1-11.
- ✓ RONCAL Rabanal, Manuel Roberto. Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) en la ciudad de Celendín durante el periodo Abril – Junio 2008. Tesis (Magister en Ciencias Ambientales). Celendín: Universidad Nacional de Cajamarca, 2008. 75p.
- ✓ SAHU, S., Gelfand, A., y Holland, D. (2006). Spatio-Temporal Modeling of Fine Particulate Matter American Statistical Association and the International Biometric Society *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 11(1), 61-86.
- ✓ SÁNCHEZ, Carmen Elena, [et al.]. Fortalecimiento de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire en el Valle de Aburra con Medidores Pasivos. *Gestión y ambiente*, 2008, vol. 11, no 1, p. 67-84.
- ✓ SEMIQUÉ Huari, King Lee. Evaluación de las concentraciones de contaminantes sólidos atmosféricos de tres estaciones de monitoreo de la ciudad de Iquitos, mediante el método gravimétrico. Iquitos – 2015. Tesis (Titulo Ingeniero en Gestión Ambiental). Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, 2015. 81p.

- ✓ SENAMHI: Evaluación de la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Lima – Callao, Mayo 2008 [En Línea]. Lima: Boletín hidrometeorológico del Perú 2008. 25p.
- ✓ SMITH KR, Corvalan CF, Kjellstrom T. How much global ill health is attributable to environmental factors? *Epidemiology* 1999 Sep;10(5):573-84.
- ✓ 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.
- ✓ TORNO, S. (2008). Emisiones de material particulado en almacenamiento de minerales a la intemperie. Colección Tesis Doctoral-TDR n° 49. ISBN: 978-84-692-1368-1.
- ✓ VIANA, M., Querol, X., y Alastuey, A. (2006). Chemical characterisation of PM episodes in NE Spain. *Chemosphere*, 62, 947-956.
- ✓ VILLACRÉS Lupera, María Fernanda. Evaluación de la contaminación atmosférica de la ciudad de Ambato relacionada con el material particulado sedimentable. Tesis (Ingeniera en Biotecnología Ambiental). Riobamba – Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2015. 137p.
- ✓ WILHELM, M., Qianc, L., y Ritz, B. (2009). Outdoor air pollution, family and neighborhood environment, and asthma in LAFANS children. *Health & Place*, 15, 25-36.
- ✓ WU, Z., Hu M., Lin P., Liu S., Wehner B., Alfred Wiedensohler A., (2008) Particle number size distribution in the urban atmosphere of Beijing, China. *Atmospheric Environment* 42, 7967–7980.
- ✓ ZHANG, W., Sun, Y., Zhuang, G. y Xu, D.,(2006). Characteristics and Seasonal Variations of PM_{2.5}, PM₁₀, and TSP Aerosol in Beijing. *Biomedical and Environmental Sciences* 19, 461-468.

Metodología

Preparación de placas receptoras

Antes de ser colocadas las placas receptoras, se realizó una limpieza previa de estas, luego el codificado con plumón indeleble y pesado inicial de las placas vacías, luego se procedió a fluidificar la vaselina mediante calentamiento a baño maría para verter en las placas una película uniforme, de tal manera que esta cubra toda la placa, pero sin que exista un volumen de exceso de vaselina. Posteriormente se realizó la identificación y pesado inicial de las placas receptoras con el adherente en la balanza analítica. La vaselina constituye el elemento sensible de este método, ya que es una sustancia adherente que permite captar los contaminantes sobre la placa. Y luego por el método gravimétrico se determinará el peso inicial ($W_{inicial}$), usando una Balanza Analítica Digital; en donde “W” significa “Weigh”, peso en inglés.

Areas de las placas

$$\begin{aligned}\text{Área} &= \pi (r^2) \\ &= 3.1416 (4.25)^2 \\ &= 56.7452 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Luego se procedió a hacer los cálculos y determinar la cantidad de Polvo Atmosférico Sedimentable depositado por cada centímetro cuadrado y durante los 30 días, mg/cm²/30 días,

Ejemplo:

$$(0.0959 \text{ g} / 56.7452 \text{ cm}^2) * 1000 \text{ mg/g} = 1.6900 \text{ mg/cm}^2/10 \text{ días}$$

Tabla N° 1. Masas de placas receptoras

N°	CÓDIGO	Masa placa vacía (g)	Masa de Vaselina (g)	Masa de placa llena (g)	Peso placas a los 10 días de exposición (g)	PAS Sedimentado En 10 días	PAS mg/cm2/10 días
1	MP-001	7.1640	9.0628	16.2268	16.3227	0.0959	1.69001079
	MP-002	7.1514	10.0686	17.2200	17.3211	0.1011	1.78164849
	MP-003	7.1514	11.6306	18.7820	18.8723	0.0903	1.59132402
2	MP-004	7.1314	10.2877	17.4191	17.5264	0.1073	1.89090883
	MP-005	7.1414	10.7632	17.9046	18.0135	0.1089	1.91910505
	MP-006	7.1614	9.7072	16.8686	16.9759	0.1073	1.89090883
3	MP-007	7.1614	11.7758	18.9372	18.9948	0.0576	1.01506383
	MP-008	7.1614	11.5401	18.7015	18.8005	0.099	1.74464096
	MP-009	7.1614	16.6246	23.7860	23.8793	0.0933	1.64419193
4	MP-010	7.1630	10.5731	17.7361	17.7855	0.0494	0.87055821
	MP-011	7.1614	11.8176	18.9790	19.0953	0.1163	2.04951256
	MP-012	7.1614	11.4319	18.5933	18.6859	0.0926	1.63185609
5	MP-013	7.1614	9.0613	16.2227	16.3024	0.0797	1.40452408
	MP-014	7.1615	9.2216	16.3831	16.4835	0.1004	1.76931265
	MP-015	7.1614	10.8627	18.0241	18.065	0.0409	0.72076581
6	MP-016	7.1616	10.7831	17.9447	18.0123	0.0676	1.19129019
	MP-017	7.1614	8.5056	15.6670	15.7541	0.0871	1.53493159
	MP-018	7.1623	10.4852	17.6475	17.7325	0.085	1.49792405
7	MP-019	7.1614	11.9776	19.1390	19.2256	0.0866	1.52612027
	MP-020	7.1614	11.1971	18.3585	18.4237	0.0652	1.14899586
	MP-021	7.1614	9.6701	16.8315	16.9371	0.1056	1.86095035
8	MP-022	7.1614	10.3371	17.4985	17.5827	0.0842	1.48382594
	MP-023	7.1614	10.0690	17.2304	17.3213	0.0909	1.60189761
	MP-024	7.1514	10.1466	17.2980	17.3991	0.1011	1.78164849

9	MP-025	7.1750	11.6628	18.8378	18.9115	0.0737	1.29878827
	MP-026	7.1614	12.1434	19.3048	19.3853	0.0805	1.41862219
	MP-027	7.1617	13.4007	20.5624	20.6571	0.0947	1.66886362
10	MP-028	7.1617	13.5197	20.6814	20.7793	0.0979	1.72525606
	MP-029	7.1617	13.1571	20.3188	20.4163	0.0975	1.718207
	MP-030	7.1614	9.2371	16.3985	16.4937	0.0952	1.677674

Tabla N° 2. Número promedio de vehículos en hora punta (12:00 – 13:00)

ID	Avenida	Tramo	Longitud (M)	N° Vehículos Hora punta	
				IDA	VUELTA
1	Los incas	José Gálvez – José María Eguren	107	605	670
2	José María Eguren	Los Incas – Sinchi Roca	143	647	472
3	Sinchi Roca	José María Eguren – CC “Don Carlos”	86	353	----

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 2 explica el número de unidades que circulan por las avenidas objeto de estudio durante las horas con mayor congestión vehicular.

Tabla N° 3. Tipo de vehículos que circulan por la avenida los Incas (6:00 – 22:00)

RUTAS	EMPRESA	TIPO DE VEHICULO	FRECxHORA
M-26	Cesar Vallejo S.A.	Ómnibus	7
M-76			6
M-77	El Cortijo S.A.	Ómnibus	15
M-78	La Libertad S.A	Ómnibus	8
M-96			7
M-79	Salaverry Express S.A	Ómnibus	15
M-81	Alto Trujillo S.A.	Ómnibus	12
M-71	California S.A.	Ómnibus	5
M-91		Ómnibus	4
M-75	Moderno Cielo Azul S.A.	Ómnibus	13
M-74	Esperanza Express S.A.	Ómnibus	15
M-73	Nuevo California S.A.	Ómnibus	11

M-85	Ramiro Priale S.A.	Ómnibus	14
M-72	SEÑOR de los MILAGROS S.A.	Ómnibus	13
M-83	Salaverry Express	Ómnibus	14
M-44	Virgen De La Puerta S.A.	Ómnibus	15
C-111	Luz Divina S.A.	Camioneta Rural	15
C-194	Mensajeros del Señor S.A.	Camioneta Rural	15
C-112	Virgen del Arco S.A.		7
C-191		Camioneta Rural	8
M-95	Huanchaco S.A.	Camioneta Rural	14
C-179	Caballito de Totorá S.A.	Camioneta Rural	13
C-140	Arco Iris Express	Camioneta Rural	15
C-104	Atlantic Express S.A.	Camioneta Rural	8
C-172		Camioneta Rural	6
C-108	Los Girasoles Services S.A.	Camioneta Rural	13
C-107	Nuevos Girasoles S.A.	Camioneta Rural	7
C-173		Camioneta Rural	8
C-136	Santa Catalina S.A.	Camioneta Rural	12
C-180	Los Diamantes S.R.L.	Camioneta Rural	15
C-177	Miramar S.A.	Camioneta Rural	8
C-176		Camioneta Rural	8
C-176	San Isidro Labrador S.A.	Camioneta Rural	15
C-180	Mochica S.A.	Camioneta Rural	15
C-180 A	Santa Lucía de Moche S.R.L.	Camioneta Rural	10
VEHICULOS	Servicio Publico	Taxis	30
VEHICULOS	Servicio Publico	Station Wagon	32
MOTOCICLETAS	Servicio Publico	Particulares	26
MOTOS CAR	Comercio	Particulares	62

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3 se muestra las empresas que transitan por las avenidas en estudio; así como el tipo de vehículo y su frecuencia por hora durante los días de evaluación.

Tabla N° 4. Flujo vehicular y Velocidad promedio.

Avenidas	Flujo Vehicular (Veh / 16 hr)*		Velocidad Promedio Hora Punta (km/hr)		Velocidad Promedio Hora Punta (km/hr)
	E-O	O-E	E-O	O-E	
Los Incas	1,798	1,365	13.73	17.33	15.53
José M. Eguren	1,284	1,110	37.15	38.65	37.90
Sinchi Roca	992	0	12.43	0	12.43

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 se presenta el flujo vehicular y velocidad promedio durante los días de observación tomando como referencia la hora punta y el sentido de desplazamiento de EO y OE.; así como el flujo vehicular promedio al día (16 horas de observación).

Tabla N° 5. Polvo Atmosférico Sedimentable promedio por punto de monitoreo.

N°	CÓDIGO	Peso de placas con vaselina 0 días (g)	Peso de placas Blanco 30 días (g)	Peso placas a los 10 días de exposición (g)	Peso placas a los 20 días de exposición (g)	Peso placas a los 30 días de exposición (g)
1	MP-001	17.4096	17.4226	17.4554	17.5093	17.5201
	MP-002					
	MP-003					
2	MP-004	17.3974	17.4144	17.4419	17.4932	17.5145
	MP-005					
	MP-006					
3	MP-007	20.4749	20.4889	20.5282	20.5682	20.6017
	MP-008					
	MP-009					
4	MP-010	18.4321	18.4481	18.4822	18.5359	18.5621
	MP-011					
	MP-012					
5	MP-013	16.8766	16.8908	16.9203	16.9688	17.0013
	MP-014					
	MP-015					
6	MP-016	17.0864	17.0996	17.1363	17.1885	17.2136

		MP-017					
		MP-018					
7		MP-019	18.1097	18.12636	18.1455	18.1937	18.2383
		MP-020					
		MP-021					
8		MP-022	17.3403	17.3551	17.3944	17.4391	17.4677
		MP-023					
		MP-024					
9		MP-025	19.5683	19.5824	19.6013	19.6466	19.6942
		MP-026					
		MP-027					
10		MP-028	19.1329	19.1456	19.1797	19.2192	19.2538
		MP-029					
		MP-030					

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 5, muestra el material Particulado sedimentado promedio en cada punto de muestreo, incluyendo las placas consideradas como cero.

Tabla N° 6. Polvo Atmosférico Sedimentable a los 10, 20 y 30 días.

N°	CÓDIGO	PAS 30 días (Blanco) (g)	PAS a los 10 días (g)	PAS a los 20 días (g)	PAS a los 30 días (g)	PAS mg/cm ² /30 días
1	MP-001	0.0130	0.0328	0.0867	0.0975	1.7182
	MP-002					
	MP-003					
2	MP-004	0.0170	0.0275	0.0788	0.1001	1.7640
	MP-005					
	MP-006					
3	MP-007	0.0140	0.0393	0.0793	0.1128	1.9878
	MP-008					
	MP-009					
4	MP-010	0.0120	0.0340	0.0877	0.1139	2.0083
	MP-011					
	MP-012					
5	MP-013	0.0142	0.0294	0.0779	0.1104	1.9467
	MP-014					
	MP-015					
6	MP-016	0.0132	0.0367	0.0889	0.1140	2.0089
	MP-017					

	MP-018					
7	MP-019	0.0167	0.0191	0.0673	0.1119	1.9725
	MP-020					
	MP-021					
8	MP-022	0.0128	0.0393	0.0840	0.1126	1.9843
	MP-023					
	MP-024					
9	MP-025	0.0141	0.0188	0.0641	0.1117	1.9696
	MP-026					
	MP-027					
10	MP-028	0.0127	0.0341	0.0736	0.1082	1.9067
	MP-029					
	MP-030					

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 7. Polvo Atmosférico Sedimentado por cm² a los 10, 20 y 30 días.

N°	CÓDIGO	PAS (Blanco) Promedio por avenida mg/cm ² /30 noches	PAS Promedio por avenida mg/cm ² /10 días	PAS Promedio por avenida mg/cm ² /20 días	PAS Promedio por avenida mg/cm ² /30 días
1	MP-001	0.2291	0.5780	1.5279	1.7182
	MP-002				
	MP-003				
2	MP-004	0.2996	0.4846	1.3887	1.7640
	MP-005				
	MP-006				
3	MP-007	0.2467	0.6926	1.3975	1.9878
	MP-008				
	MP-009				
4	MP-010	0.2115	0.6003	1.5467	2.0084
	MP-011				
	MP-012				
5	MP-013	0.2502	0.5193	1.3740	1.9467
	MP-014				
	MP-015				
6	MP-016	0.2326	0.6468	1.5667	2.0090
	MP-017				
	MP-018				
7	MP-019	0.2943	0.3372	1.1866	1.9726
	MP-020				

	MP-021				
8	MP-022	0.2256	0.6926	1.4803	1.9843
	MP-023				
	MP-024				
9	MP-025	0.2485	0.3325	1.1308	1.9696
	MP-026				
	MP-027				
10	MP-028	0.2238	0.6009	1.2970	1.9068
	MP-029				
	MP-030				

Tabla N° 8. PAS por cm² promedio por punto y por avenida

N°	Promedio por punto mg/cm²/30 días	Promedio por avenida mg/cm²/30 días
1	1.7182	Calle Sinchi Roca 1.8696
2	1.7640	
3	1.9878	
4	2.0084	
5	1.9467	Jose M. Eguren 1.9779
6	2.0090	
7	1.9726	

8	1.9843	Avenida Los Incas 1.9601
9	1.9696	
10	1.9068	

Fuente: Elaboracion propia

La tabla N° 8, muestra el promedio de polvo sedimentado en cada uno de los 10 puntos de muestreo, asi como por avenida estudiada.

Tabla N° 9. Polvo atmosférico sedimentable a los 30 días

N°	Coordenadas UTM		PAS	Calle o Avenida
	Este	Norte	mg/cm ² /30 días	
1	718108.62928	9102836.79483	1.7182	Sinchi Roca
2	718130.24386	9102861.13613	1.764	Sinchi Roca
3	718152.20535	9102888.79429	1.9878	Sinchi Roca
4	718172.25999	9102909.71401	2.0084	Sinchi Roca / María Eguren
5	718218.04198	9102871.54849	1.9467	María Eguren
6	718254.38382	9102841.61475	2.009	María Eguren
7	718277.64950	9102820.26242	1.9726	María Eguren / César Vallejo
8	718258.56479	9102794.80265	1.9843	César Vallejo
9	718239.75960	9102770.77621	1.9696	César Vallejo
10	718217.31917	9102745.99985	1.9068	César Vallejo

Fuente: Elaboración propia

Fig 1. Materiales empleados



Fig 2. Codificado de placas receptoras



Fig 3. Derretido de sustancia adherente en baño maría

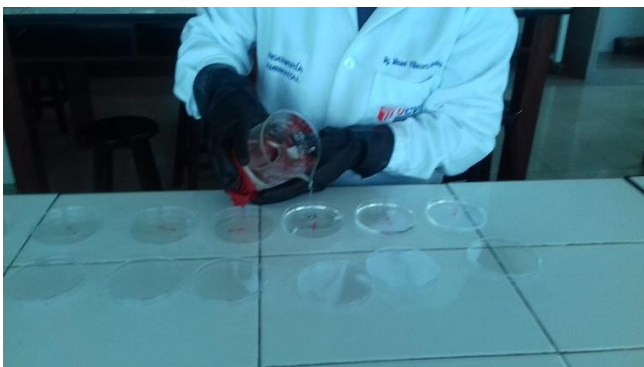


Fig 4. Vertido de sustancia adherente sobre las placas receptoras



Fig 5. Colocado de placas en caja protectora.

OFICIO PARA SOLICITAR PERMISO PARA LA INSTALACIÓN DE LAS PLACAS EN EL MERCADO ZONAL PALERMO.

Trujillo, 15 de abril del 2019

Oficio N° 062-2019/EIA-UCV

Señor:
**ADMINISTRADOR DEL MERCADO ZONAL PALERMO
(EX MAYORISTA)
TRUJILLO - LA LIBERTAD**

Presente. -

De mi consideración:

Por intermedio del presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarle a nombre de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, con RUC: 20164113532, con dirección en la Av. Larco N° 1770 Urb. Las Flores Distrito y Provincia de Trujillo departamento de la Libertad y a la vez solicitar autorización para realizar la Tesis Titulada "EVALUACION DE LA CONTAMINACION POR POLVO ATMOSFERICO SEDIMENTABLE MEDIANTE EL METODO DE MUESTREO PASIVO EN EL MERCADO ZONAL PALERMO - TRUJILLO 2019" y al mismo tiempo presentar a la Sr. **DELGADO ALVARADO JOSE LUIS**, con DNI: 44270437, estudiante del X ciclo de la Escuela de **INGENIERIA AMBIENTAL**, de esta Universidad quien estará a cargo de la presente investigación

En este sentido recorro a usted a fin de solicitarle proporcione en su representada y las facilidades necesarias para que realice dicha investigación, para determinar la cantidad de polvo sedimentable ocasionado por la congestión vehicular en los exteriores del mercado zonal Palermo, Avenidas Sinchi Roca, Avenida Eguren y avenida Cesar Vallejo.

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración y estima personal,

Atentamente


Mg. Magda Rubi Rodríguez Yupanqui
Coordinadora de Escuela de Ingeniería Ambiental
DNI: 18004976



C.C. File
JASR/psca