

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



TESIS

**“DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA Y
POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE COMO INDICADORES
DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LOS DISTRITOS DE
POCOLLAY Y CIUDAD NUEVA, TACNA 2022”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. ALEX ANTHONY CHAVEZ BAHAMONDES

Bach. MAURICIO ESAÚ URÍA PAREDES

TACNA – PERÚ

2022

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

TESIS

**“DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA Y
POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE COMO INDICADORES
DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LOS DISTRITOS DE
POCOLLAY Y CIUDAD NUEVA, TACNA 2022”**

Tesis sustentada y aprobada el 29 de diciembre de 2022; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Dr. RICHARD SABINO LAZO RAMOS

SECRETARIA : MSc. MARISOL MENDOZA AQUINO

VOCAL : MSc. JOSE OSWALDO CAZORLA GALDOS

ASESOR : Mtra. MILAGROS HERRERA REJAS

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Alex Anthony Chavez Bahamondes y Mauricio Esaú Uría Paredes, egresados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 70442485 y 70112648 respectivamente, así como Milagros Herrera Rejas con DNI 41560234; declaramos en calidad de autores y asesor que:

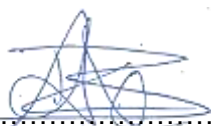
1. Somos autores de la tesis titulado: *“Determinación de niveles de presión sonora y polvo atmosférico sedimentable como indicadores de contaminación del aire en los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna 2022”*, la cual presentamos para optar el Título Profesional de *Ingeniero Ambiental*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

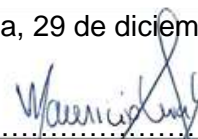
En consecuencia, nos comprometemos ante a *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 29 de diciembre de 2022



.....
Alex Anthony Chavez Bahamondes
DNI: 70442485



.....
Mauricio Esaú Uría Paredes
DNI: 70112648



.....
Milagros Herrera Rejas
DNI: 41560234

DEDICATORIA

A Dios, quién nos acompañó por el buen camino, darnos fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas durante esta nueva etapa de postgrado.

Dedicado especialmente a mi madre Nydia Beatriz Bahamondes Valdivia, quien hizo posible el financiamiento de mis estudios, formación académica y personal. De igual forma a mi tío Adan Manuel Bahamondes Valdivia que siempre mantuvo en mi la esperanza y motivación para poder alcanzar mis metas; a mi abuelita, Felina Hilda Valdivia que nunca dejo de preocuparse por mi salud y bienestar, educándome a su manera enseñándome el valor del sacrificio. Y finalmente a mi difunto abuelito, Adan Sixto Bahamondes Meneses que me enseñó lo bonito y difícil que es la vida, cuidándome desde el cielo y a mis amigos por su paciencia, vigilia y motivación, porque gracias a ellos pude realizar la presente investigación.

Alex Anthony Chavez Bahamondes

AGRADECIMIENTO

A nuestras familias por su apoyo constante e incondicional en todo el proceso de formación profesional.

A nuestros profesores de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, que contribuyeron y aportaron de manera significativa a mi formación personal y académica.

A mis amigos por estar siempre en las buenas y en las malas ayudándonos a seguir adelante en la presente investigación.

Alex Anthony Chavez Bahamondes
Mauricio Esaú Uría Paredes

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema principal.....	3
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Justificación e importancia	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.1.1 A nivel internacional	8
2.1.2 A nivel Nacional	9
2.1.3 A nivel Local.....	10
2.2. Bases teóricas.....	13
2.2.1 Calidad Atmosférica	14
2.2.1.1 Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable	15
2.2.1.2 Humedad.....	15
2.2.1.3 Temperatura.....	15
2.2.1.4 Velocidad y dirección del viento.....	16
2.2.1.5 Ruido.....	16
2.2.2 Ondas sonoras	17
2.2.2.1 Ruidos y sonidos	18

2.2.2.2 Niveles sonoros. El decibelio.....	19
2.2.2.3 Presión sonora	19
2.2.2.4 Intensidad sonora	20
2.2.2.5 Potencia sonora	21
2.3 Definición de términos	21
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	22
3.1 Diseño de la investigación	23
3.2 Acciones y actividades	24
3.3 Materiales y/o instrumentos.....	25
3.4 Población y/o muestra de estudio.....	28
3.5 Operalización de variables	34
3.6 Procesamiento y análisis de datos	35
3.6.1 Procedimiento	35
3.8.2 Técnicas.....	35
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	45
4.1 Polvo Atmosférico sedimentable	45
4.2 Niveles de presión sonora	49
4.3. Pruebas estadísticas	53
4.3.1. Prueba de normalidad	54
4.3.1.1. Prueba de normalidad de Polvo atmosférico sedimentable	55
4.3.1.2. Prueba de normalidad de Presión sonora.....	55
4.3.2. Prueba inferencial	56
4.3.2.1. Comprobación de hipótesis para polvo atmosférico sedimentable.....	57
4.3.2.2. Comprobación de hipótesis para presión sonora	57
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	58
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Decibeles por tipo de actividad realizada – Ruido Urbano	16
Tabla 2. Decibeles y su afección a la salud de las personas – valores críticos.....	17
Tabla 3. Coordinadas de los 28 puntos de monitoreo de PAS.....	33
Tabla 4. Coordinadas de los 11 puntos de monitoreo de ruido.....	34
Tabla 5. Operacionalización de variables de investigación.....	34
Tabla 6a. Hojas de cálculo de PAS Pocollay y Ciudad nueva	35
Tabla 6b. Resultados del monitoreo de colectores pasivos del Distrito de Pocollay	45
Tabla 7. Resultados del monitoreo de colectores pasivos del Distrito de Ciudad Nueva.....	47
Tabla 8. Resultados del monitoreo de ruido del Distrito de Pocollay	49
Tabla 9. Resultados del monitoreo de ruido del Distrito de Ciudad Nueva	51
Tabla 10. Cuadro comparativo de concentración de polvo atmosférico sedimentable: Pocollay y Ciudad Nueva	52
Tabla 11. Cuadro comparativo de niveles de presión sonora: Pocollay y Ciudad Nueva.....	53
Tabla 12. Prueba de normalidad de Polvo atmosférico sedimentable	54
Tabla 13. Prueba de normalidad de Presión sonora.....	54
Tabla 14. Prueba de T-Student para PAS	55
Tabla 15. Prueba de T-Student para Ruido	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escala de niveles sonoros.....	19
Figura 2. Colector pasivo.....	23
Figura 3. Colector pasivo para muestreo.....	24
Figura 4. Muestreo de presión sonora con sonómetro.....	28
Figura 5. Zona de estudio.....	30
Figura 6. Para del área de estudio para monitoreo de PAS: Distrito Pocollay.....	31
Figura 7. Mapa de área de estudio para monitoreo de PAS: Distrito de Ciudad Nueva.....	31
Figura 8. Mapa de puntos de estudio para monitoreo de ruido: Distrito Ciudad Nueva.....	32
Figura 9. Mapa de calor de PAS del Distrito Pocollay.....	56
Figura 10. Mapa de calor de PAS del Distrito de Ciudad Nueva.....	48
Figura 11. Mapa de calor de Ruido del Distrito de Pocollay (Dba Leq).....	50
Figura 12. Mapa de calor de Ruido del Distrito de Ciudad Nueva (Dba Leq).....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	79
Anexo 2. Variables meteorológicas	80
Anexo 3. Generación de la Rosa de Vientos	82
Anexo 4. Panel Fotográfico	83

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general determinar los niveles de presión sonora y polvo atmosférico sedimentable como indicadores de contaminación de aire en los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna 2022. En la presente investigación se monitorearon 28 puntos para determinar los niveles de concentración de polvo atmosférico sedimentable (PAS) y 11 puntos para el monitoreo de niveles de ruido ambiental en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva. Para medir las concentraciones de PAS se aplicó el método de Colectores pasivos para conocer los valores en ton/km²/mes y para el monitoreo de ruido se tuvo en cuenta lo que establece las normas NTP-ISO 1996-1:2007 y la NTP- ISO 1996-2:2008. Se utilizó el equipo sonómetro para conocer los valores de presión sonora en dBA. Los resultados para PAS revelan que en el distrito de Pocollay: el punto 23 ubicado en la Av. Francisco de Zela se obtuvo como resultado el valor de 39,45 ton/km²/mes y en la Av. Celestino Vargas se obtuvo como resultado el valor de 7,15 ton/km²/mes; y en el distrito de Ciudad Nueva: En la Av. Daniel Alcides Carrión (cruce con calle Toribio Luzuriaga) con un valor de 37,63 ton/km²/mes, sobrepasando los valores establecidos por la OMS (5 ton/km²/mes). Luego, para los resultados de ruido en el distrito de Pocollay, siendo el valor más alto en la Av. Celestino Vargas (altura del grifo Chimba) con un valor de 73,0 dBAeq; en el distrito de Ciudad Nueva, siendo el valor más alto en la Av. Internacional (altura de la pollería Chambi y cruce con av. Los Próceres) con un valor de 72,8 dBAeq, en ambos casos sobrepasando los estándares de calidad ambiental para ruido.

Palabras clave: Contaminación atmosférica, Decibeles, Polvo atmosférico sedimentable, Presión sonora, Toneladas.

ABSTRACT

The general objective of the investigation was to determine the levels of sound pressure and settleable atmospheric dust as indicators of air pollution in the districts of Pocollay and Ciudad Nueva, Tacna 2022. In the present investigation, 28 points were monitored to determine the concentration levels of settleable atmospheric dust (PAS) and 11 points for monitoring ambient noise levels in the main avenues of the districts of Pocollay and Ciudad Nueva. To measure the concentrations of PAS, the passive collector method was used to determine the values in ton/km²/month, and for noise monitoring, the provisions of NTP-ISO1996-1:2007 and NTP-ISO1996-2:2008 were taken into account. The sound level meter equipment was used to determine the sound pressure values in dBA. The results for SBP reveal that in the district of Pocollay: point 23 located on Francisco de Zela Avenue showed a value of 39,45 ton/km²/month and Celestino Vargas Avenue showed a value of 7,15 ton/km²/month; and in the district of Ciudad Nueva: Daniel Alcides Carrión Avenue (intersection with Toribio Luzuriaga Street) with a value of 37,63 ton/km²/month, exceeding the values established by the WHO (5 ton/km²/month). For noise results in the district of Pocollay, the highest value was on Celestino Vargas Avenue (height of the Chimba tap) with a value of 73,0 dBAeq; in the district of Ciudad Nueva, the highest value was on International Avenue (height of the Chambi poultry store and intersection with Los Próceres Avenue) with a value of 72,8 dBAeq, in both cases exceeding the environmental quality standards for noise.

Key words: air pollution, decibels, settleable atmospheric dust, sound pressure, tons.

INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es un importante peligro para la salud ambiental. La (OMS, 2021) Se estima que una de cada 9 muertes a nivel global es el resultado de enfermedades relacionadas con la contaminación del aire. Los contaminantes del aire más relevantes para la salud son las partículas (PM) con un diámetro de 10 micras o menos, que pueden afectar gravemente en los pulmones y causar reacciones en las células de superficie y en las células de defensa. Gran parte de estos contaminantes son productos de la reacción de combustibles fósiles, pero su composición puede variar según la fuente.

El 58 % de las emisiones de material particulado, que contamina el aire en las ciudades, proviene del transporte urbano, según el “Plan de Acción para el Mejoramiento de la Calidad de Aire de Lima y Callao 2021 – 2025” elaborado por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2021).

Tacna siendo una ciudad fronteriza y desértica se caracteriza por ser una ciudad muy activa en el ámbito económico, debido a que cuenta con diversidad de comercios, además por presentar gran cantidad de unidades vehiculares de carga pesada y liviana. Donde se puede notar que, sobre todo, el tráfico vehicular es la principal actividad que lo afecta negativamente. Si la calidad de aire se ve mermada por las acciones antropogénicas, se estará comprometiendo, también, a largo plazo, la salud de la población, puesto que el estado del aire juega un papel muy importante en la aparición de enfermedades respiratorias. Uno de los contaminantes que se encuentra presente en este medio es el polvo atmosférico sedimentable (PAS).

Esta investigación se realizó durante el mes de noviembre del año 2022, los monitores se realizaron semanalmente logrando obtener la información de los puntos críticos a lo largo de las avenidas principales de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva de la ciudad de Tacna, para esto se establecieron estaciones de monitoreo en postes aledañas a las avenidas dentro del área de muestreo la cual son las avenidas principales de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva a un kilómetro de radio utilizando la metodología de Colectores pasivos.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

Podemos decir que el polvo sedimentable es un contaminante del aire que representa una grave amenaza para la salud humana y la calidad atmosférica. En consecuencia, para realizar los muestreos de campo, se requerirá aplicar las medidas establecidas en el protocolo de calidad ambiental de aire teniendo en consideración a los ECA y LMP según el tipo de contaminante que puedan perjudicar de alguna manera a la población.

Por otro lado existe un problema ambiental que suele pasar desapercibido que es la contaminación ambiental por ruido que según la OMS puede ocasionar malestares diurnos de moderados a fuerte, comunicación verbal extremadamente difícil y en sus mayores intensidades hasta pérdida de la audición a corto y largo plazo.

Según la (OMS, 2018), los electrodomésticos, los equipos industriales, los vehículos de motor y los incendios forestales son fuentes comunes de contaminación del aire. Los contaminantes de mayor inquietud para la salud pública son las partículas, el monóxido de carbono, el dióxido de nitrógeno, el ozono y el dióxido de azufre. La contaminación atmosférica exterior e interior contribuye a las enfermedades respiratorias y de otro tipo y es una de las principales causas de mortalidad.

En los últimos años, el crecimiento financiero experimentado por el país ha requerido que los ciudadanos y la industria utilicen más energía, recursos y servicios, lo que significa que la emisión de gases y contaminantes atmosféricos puede cambiar la calidad del aire y afectar la salud de los ciudadanos. Impactos por causar daños al medio ambiente (fauna, flora y ecosistemas) y deterioro de bienes como monumentos, edificios y otras estructuras.

Actualmente el crecimiento en la ciudad de Tacna está en constante desarrollo debido a diferentes causas, como la migración, la fecundidad, bajos índices de mortalidad, etc. Esto trae como consecuencia que la contaminación del aire aumente y la calidad de salud de la población disminuya.

En la ciudad de Tacna los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva han aumentado significativamente su población los últimos años y por ende el grado de contaminación, tanto en la calidad de aire y los niveles de ruido.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema principal

¿Cuáles son los niveles de presión sonora y polvo atmosférico sedimentable como indicadores de contaminación de aire en los distritos de Pocollay y Ciudad nueva, Tacna - 2022?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son los niveles de presión sonora en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna - 2022?
- b. ¿Cómo se evaluará la concentración de polvo atmosférico sedimentable en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna - 2022?
- c. ¿Cuál es la comparación de los niveles de presión sonora de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y ciudad nueva con el estándar nacional de calidad ambiental para ruido, Tacna - 2022?
- d. ¿Cuál es la comparación de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva con los valores y guías de la Organización mundial de la salud, Tacna - 2022?

1.3. Justificación e importancia

La contaminación atmosférica representa un riesgo relevante para la salud medioambiental. Al disminuir los niveles de contaminación atmosférica, los países pueden disminuir la carga de morbilidad de cáncer de pulmón, los accidentes cerebrovasculares y las enfermedades pulmonares crónicas y agudas, incluido el asma. (OMS, 2016) En 2019, el 99 % de la población global vivía en zonas donde no se respetaban las directrices de la OMS sobre la calidad atmosférica. Las fuentes de contaminación atmosféricas exteriores e interiores pueden ser muy diferentes, pero las consecuencias son igual de mortales. Las enfermedades respiratorias como las enfermedades cardíacas y el asma se encuentran entre los efectos adversos para la salud de la mala calidad atmosférica. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación atmosférica provoca alrededor de 7 millones de muertes prematuras cada año, lo que equivale a 800 muertes por hora o 13 muertes por minuto. En general, este problema mata a más personas que otros factores de riesgo como el consumo de alcohol, la desnutrición y la falta de actividad física. Sumando a ello, que, en muchas zonas de nuestra región, sobrepasan los estándares de calidad ambiental (ECA) de ruido generando incomodidad y problemas en la salud de las personas en un mediano y largo plazo.

Es por ello, que en la actualidad la contaminación de la atmósfera es uno de los problemas mundiales que más afectan al globo y mediante el cual la ciudad de Tacna no se observa lejos de aquella dificultad y sobre todo en los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva ya que las actividades que se realizan en dicha zona y el tránsito vehicular de carga pesada han provocado la propagación y generación del material particulado al aire y elevación de los niveles de ruido es por dicho motivo la importancia que representa este estudio para que de esta manera poder ayudar con la identificación de los puntos clave de cada zona que afectan directamente al territorio, para que luego de este estudio se puedan realizar estudios de monitoreo y control de la calidad del aire en las áreas mencionadas, de manera que se pueda recolectar la información necesaria. Determinar los cambios futuros en los niveles de contaminación del aire y los niveles de ruido causados por PAS y compararlos con los niveles establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El presente estudio se justifica por las siguientes razones:

a) Justificación social

La investigación propuesta es relevante ya que, al determinar los niveles de presión sonora y polvo atmosférico sedimentable como indicadores de contaminación de aire en los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva en el campo de la contaminación ambiental. Podemos reducir las afecciones a la salud humana y la contaminación atmosférica de la ciudad de Tacna, en un contexto local.

b) Justificación ambiental

De acuerdo con los objetivos de la investigación, el estudio es de vital importancia para la comunidad científica a nivel general, principalmente a los ingenieros, estudiantes y comunidad de la región de Tacna, orientando la reflexión de la situación actual sobre la contaminación atmosférica en principales zonas de Tacna y haciendo un llamado a las autoridades a velar por una calidad atmosférica apta para la población tacneña y las futuras generaciones.

c) Justificación económica

El presente estudio, se tiene conocimiento que, la contaminación atmosférica trae graves impactos en la salud, los niveles de presión sonora y polvo atmosférico sedimentable como indicadores de contaminación de aire en los distritos de Pocollay y Ciudad nueva está relacionada con más 100 patologías, como por ejemplo: "Unión Europea oscilaban entre los 300.000 y los 940.000 millones de euros al año", donde al aumentar la contaminación del aire, aumenta la inversión de nuevas tecnologías y equipos para tratar a las personas expuestas a la contaminación producto del tráfico y el ruido.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar los niveles de presión sonora y polvo atmosférico sedimentable como indicadores de contaminación de aire en los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna 2022.

1.4.2 Objetivos específicos

- a. Determinar los niveles de presión sonora en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna 2022.
- b. Evaluar la concentración de polvo atmosférico sedimentable en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna 2022.
- c. Comparar los niveles de presión sonora de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y ciudad nueva con el estándar nacional de calidad ambiental para ruido, Tacna 2022.
- d. Comparar las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva con los valores y guías de la Organización mundial de la salud, Tacna 2022.

1.5. Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

¿Será posible determinar los niveles de presión sonora y polvo atmosférico sedimentable como indicadores de contaminación de aire en los distritos de Pocollay y Ciudad nueva, Tacna – 2022?

1.5.2 Hipótesis específicas

- a. ¿Será posible determinar los niveles de presión sonora en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna – 2022?
- b. ¿Se podrá evaluar la concentración de polvo atmosférico sedimentable en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna – 2022?
- c. ¿Se logrará comparar los niveles de presión sonora de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y ciudad nueva con el estándar nacional de calidad ambiental para ruido, Tacna – 2022?
- d. ¿Será posible comparar las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva con los valores y guías de la Organización mundial de la salud, Tacna – 2022?

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Históricamente, el ruido se ha considerado una molestia ambiental, pero fue solo en 2011 que la OMS citó la contaminación sonora como un impacto negativo significativo en la salud humana.

Una confirmación tan contundente llegó demasiado tarde, tal vez porque el ruido es tan fácil de producir, o porque ya no deja una huella perceptible en el medio ambiente, o porque se ha asociado inconscientemente con el "mal progresivo" durante muchos años en las eras del 600 a. las primeras normas urbanísticas surgieron debido a la preocupación por el ruido, (González, 2015) o por un poco de todo ello, controlar y combatir el ruido ambiental no es una prioridad en la agenda ambiental de los países latinoamericanos.

En base a la revisión de trabajos de investigación afines, se destacan los siguientes:

2.1.1 A nivel internacional

Ponce (2021) en su investigación titulada: "Propuesta de diseño de un biofiltro como alternativa para medir material particulado sedimentable en el barrio tercer piso Esmeraldas", donde la contaminación del aire ha aumentado por efecto de las emisiones de combustibles fósiles y la exposición hacia los contaminantes presentes en el aire, representa un riesgo hacia la salud del ser humano. En Esmeraldas los procesos de refinamiento de petróleo han aportado emisiones constantes de Material Particulado al aire, el cual tiene efectos negativos para la salud de las personas. En el presente trabajo de investigación se realizaron mediciones del material particulado sedimentable mediante la metodología de tubos pasivos durante treinta días consecutivos en postes de energía eléctrica del barrio Tercer Piso en Esmeraldas. La medición se realizó a una altura de 2 metros de altura, una vez obtenidos estos datos, se propuso el diseño de un biofiltro como alternativa para medir y retener el material particulado sedimentable. Al aplicarse el análisis gravimétrico se obtuvo los resultados de las muestras presentando variaciones en las concentraciones, siendo el Punto 7 el que registró la menor concentración de $0,27 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$ y el Punto 15 registró una concentración máxima de $0,71 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$. Al compararse los resultados de los treinta puntos muestreados con el Acuerdo Ministerial 097-A y los límites máximos permisibles de la OMS, se pudo

conocer que la calidad del aire en el barrio Tercer Piso se encontraba dentro de los rangos permisibles en cuanto a material particulado sedimentable. Posteriormente se describió el diseño de un biofiltro como propuesta, en base a investigaciones acerca de la eficiencia de biofiltros para contaminantes comunes en el aire.

Herrera (2018) en la tesis titulada: “Análisis correlacional de datos de MP10 y partículas sedimentables, su composición fisicoquímica y mineralógica, en la zona norte de la ciudad de Bogotá”, donde el proyecto que se describe a continuación involucró la recolección de datos del material particulado obtenidas durante un período de 3 meses con dos tipos de muestreadores atmosféricos (métodos pasivos y activos) para estudios relacionados con la química y mineralogía del material particulado y los niveles de sólidos sedimentables. PM10 obtenido por el método Bergeerhoff y el manejo del programa UNMIX realizado en la zona semiurbana de la zona norte de la ciudad de Bogotá, el cual permite cuantificar la concentración de PAS, debido a que el método se basa en la toma de muestras cada 30 días con toda la precipitación atmosférica (húmeda y seca), ubicada 1.5 - 3 m arriba el suelo, las muestras son continuamente llevadas al laboratorio para sus respectivos análisis, filtrado, evaporación de agua, secado y pesado; en nuestro caso, las muestras se procesarán cada quince (15) días durante tres (3) días para obtener resultados más específicos de la prueba anterior; nuevamente, las mediciones de concentración de PM10 se realizaron en la estación de referencia ubicada en el edificio del convento, Campus Norte La Floresta, Universidad La Salle. Los filtros de muestra se llevaron al laboratorio para determinar su composición química y mineral. El proyecto proporciona información sobre las áreas mencionadas mediante la correlación de datos sobre partículas y sólidos precipitables menores de 10 micras, utilizando sus características (propiedades físicas y químicas) y su composición mineral, evaluando así posibles fuentes de contaminantes en el área de estudio.

Condoy & Minga (2021) en su trabajo titulado: “Evaluación del potencial arbóreo para la retención de polvo atmosférico en la zona urbana de la ciudad de Cuenca”, donde el polvo sedimentable, es un contaminante del aire urbano y una grave amenaza para la salud humana y el medio ambiente, se evaluó el potencial de conservación de las especies arbóreas y se estimaron los niveles de concentración y la avenida Remigio Crespo. Se instalaron 17 colectores pasivos, se analizó la concentración del PAS y se comparó con el límite máximo permisible de la (OMS) de $0,5 \text{ mg/cm}^2/30$ por día y $1 \text{ mg/cm}^2/30$ días para el ambiente ecuatoriano. Mediante biomonitorio pasivo se evaluó la capacidad de recolección de polvo de 6 especies arbóreas (*Schinus molle* L., *Tecoma stans* (L.), *Ficus benjamina* L., *Tipuana tipu* (Benth.) y *Grevillea robusta* A.). Las

concentraciones más altas de PAS en la superficie de la hoja fueron $4276,12 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ y $3365,65 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, respectivamente, y se evaluaron las características morfoanatómicas para determinar su capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentado.

Hueso (2015) en su tesis doctoral denominada: “Contribución al estudio de las técnicas de medición del nivel sonoro en distintos escenarios urbanos”, En el objetivo general de promover la investigación de la técnica de medición y optimizar la recolección de datos de ruido de tráfico en la ciudad, como resultado de la investigación es necesario obtener el mejor día de la semana en que se realizan las mediciones, la fecha de cada período con la mejor hora (día, tarde y noche) y hora para programar el sonómetro durante la toma de datos.

Esto permitirá crear un mapa de ruido fiable de la ciudad de Valencia con unos recursos mínimos como parte de la lucha contra la contaminación acústica. Estos mapas se pueden utilizar para evaluar la contaminación acústica en las ciudades y ayudar a aplicar planes de acción y medidas para reducir el ruido del tráfico rodado a nivel local.

2.1.2 A nivel Nacional

Meza & Sedano (2021) en la tesis: “Evaluación de los niveles de presión sonora generados por el parque automotor en las plazas y parques de la ciudad de Huancavelica, 2020” tuvo como objetivo evaluar las plazas o parques con altos niveles de presión sonora generados por el estacionamiento vehicular de la ciudad de Huancavelica en el año 2020, utilizando el método aplicado, descriptivo y científico de diseño no experimental, se recolectó población y muestras de las plazas. y parques de la ciudad de Huancavelica, de diciembre de 2020 a enero de 2021, recolectando información 15 minutos por día durante 45 días. El instrumento utilizado para la toma de datos es un sonómetro con prueba de calibración realizada por un laboratorio acreditado por INACAL. Entre los resultados encontrados, se pudieron observar diferencias significativas entre los 5 grupos (A, B, C, D y E); el nivel más alto obtenido en el Parque Túpac Amaru fue en promedio de 64,98 decibelios, de igual forma en la Plaza de Santa Ana se obtuvo un nivel de ruido de 58,68 dB, pudiendo concluirse que en los parques y plazas mencionados superan el ECA= 50dB. lo mismo se puede comprobar por el ruido Una plaza más pequeña es la Plaza San Cristóbal con un nivel de ruido de 33,7 decibelios. Por lo tanto, se puede concluir que en la ciudad de Huancavelica 2020 existen plazas o parques con altos niveles de presión sonora provocados por los estacionamientos.

Chávez (2018) en su tesis denominada: “Contaminación del aire por material particulado sedimentable en la zona urbana de Huánuco de agosto a octubre del 2016”, en la cual, es una gran cantidad de material en forma de partículas sedimentarias. Esto se debe principalmente a una gran cantidad de vehículos, crecimiento de la población y factores naturales como la geografía, la velocidad del viento y la dirección. Por lo tanto, el propósito de la investigación es determinar el grado de contaminación del aire de la contaminación del aire, que puede depositarse con el tubo pasivo y la junta de admisión. Se crearon siete puntos de observación en el distrito de Amarilis, Huánuco y Pillco Marca. Los resultados obtenidos indicaron que todos los puntos de monitoreo excedieron los límites máximos permisibles establecidos por la OMS. Las concentraciones promedio de partículas de sedimentación para el método del tubo pasivo y el método de la placa receptora fueron 4,9924 y 11,4847 mg/cm²/30 días, respectivamente; nuevamente el punto más concentrado fue la urbanización de Predio el Tingo y el punto menos concentrado fue el asentamiento humano de Arcoragra. Usando la prueba t-Student, se conocieron diferencias significativas entre los dos métodos de cuantificación de partículas de sedimentación, siendo el método de la placa receptora el más preciso; por lo que este método es más recomendable. También se ha determinado que parámetros meteorológicos como la temperatura, la precipitación y la velocidad del viento están inversamente correlacionados con la concentración de partículas sedimentables.

Rosales (2017) en su trabajo denominado: “Efectos de la contaminación acústica de los vehículos motorizados terrestres en los niveles de audición de los pobladores de la localidad de Santa Clara – Ate 2017”, el objetivo fue determinar el impacto de la contaminación acústica provocada por vehículos terrestres motorizados en la audición de los vecinos del barrio Ates de la ciudad de Santa Clara en el año 2017; Se realizó un estudio descriptivo no experimental para medir el nivel de ruido con sonómetros en 22 puntos de las principales calles, tres intervalos de tiempo son 7:01 am a 9:40 am, 12:00 pm a 3:10 pm y 6:30 pm a 9:00 pm. La muestra se determinó con base en el número de inmuebles ubicados en la calle y el número promedio de participantes por vivienda, como lo muestra la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2016 según el plan catastral municipal. Prueba aleatoria para 69 personas, prueba de audición para 21 personas; resultados comparados con tablas y gráficos con el nivel de ruido promedio en las vías Carretera Central (79,19 dBA), San Martín de Porres (76,59 dBA) y Alfonso Ugarte (75,94 dBA). En cuanto a las pruebas de audición, el 4,76 % de las personas de 39 a 50 años tienen una pérdida auditiva moderada, el 66,7 % tienen una audición normal entre las personas de 13 a 50 años, y el 9,52 % y el 4,76 %, respectivamente,

tienen una pérdida auditiva moderada o severa; viven cerca de la avenida Carretera Central. Los seres humanos tienen una mayor incidencia de pérdida de audición. El 71,01 % de los encuestados afirma que la principal fuente de ruido es el tráfico; El 20,29 % dijo que el ruido era estresante y el 39,13 % dijo que afectaba negativamente a su concentración.

Delgadillo & Pérez (2018) se evaluó la contaminación sonora vehicular en el centro de Tarapoto, cuya zona es considerada zona comercial y área protegida especial. Durante las horas del día (7:00 - 8:00, 12:30 - 13:30 y 17:00 - 18:00) se determinaron siete puntos de monitoreo durante siete semanas. Los resultados obtenidos superaron la norma de calidad ambiental de ruido (D.S. N°085-2003-PCM) y se encontró que el punto 5 (P-5) está ubicado en la intersección del Jr. 80,4, 81,6 y 87,8 dB), en el ANOVA mostró diferencia significativa y la prueba de Tukey, que confirmó que P-5 presentaba un mayor nivel de presión sonora. El flujo de tráfico está formado por motos lineales, motos y otros vehículos (coches, furgonetas, camiones, etc.), siendo el vehículo con mayor rotación en el rating las motos.

2.1.3 A nivel Local

Merma & Miranda (2017) en su tesis, se realizó en la ciudad de Tacna desde el mes Febrero al mes de Julio del 2017, se logró conocer la concentración de PAS mediante el método de muestreo pasivo, que consistió en colocar paneles de vidrio en los pisos superiores de viviendas y/o instituciones durante 04 meses. durante los cuales cada 30. La información se recopila una vez por día calendario. Se tomaron en cuenta los tipos de vías, la densidad de población y el tráfico para determinar la ubicación de los sitios de muestreo; Se intentó identificar estas 08 zonas de muestreo ubicadas en los distritos centrales e intermedios de la ciudad de Tacna, tomando como base la población de la ciudad. Los resultados del muestreo de material particulado mostraron que el promedio final en todas las estaciones de muestreo fue de 1,07 mg/cm²/mes, 0,57 mg/cm²/mes por encima del valor de referencia para el material particulado atmosférico. OMS fijado en 0,50 mg/cm²/mes.

Méndez & Morán (2020), se colocaron 30 estaciones de muestreo en puntos designados en el área de impacto directo y el período de monitoreo fue de dos meses, y las losas individuales se pesaron cada 30 días como se especifica en el método. Los resultados mostraron que el sitio de muestreo con mayor concentración de PAS (16,5373 mg/cm²/mes) en el 1 mes fue cerca de la fábrica Ladrillos Maxx; en el 2 mes, el punto de mayor concentración (15,491 mg/cm²/mes) se ubicó en el centro comercial

en construcción Polvos Rosados. Estos valores superan el valor guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de $0,5 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$.

Coaquira (2021), en su investigación titulada: "Evaluación de la concentración de polvo atmosférico sedimentable y los niveles de ruido ambiental para determinar el impacto que tuvo la crisis del COVID-19 en el centro de la ciudad de Tacna, 2021", se realizó la identificación de la concentración del PAS y monitoreo de ruido ambiental en el centro de la ciudad de Tacna con el objetivo de identificar si los datos obtenidos exceden el valor guía recomendado por la Organización Mundial de la Salud ($0,5 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$) para el caso del polvo atmosférico, y para el caso de ruido, identificar si exceden los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido. Para la evaluación de Polvo Atmosférico Sedimentable se colocaron 04 estaciones de monitoreo: Compañía de Bomberos N° 24 (EM01), C.S. Bolognesi (EM02), intersección de la Av. Bolognesi con Av. Pinto (EM03) y SERPOST (EM04), y se utilizó el método de placas receptoras, el tiempo de monitoreo en cada estación fue de 30 días durante dos meses; los resultados muestran que la EM03 fue la que presentó la mayor concentración de PAS con $6,71 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$ y la EM01 fue donde se registró la concentración de PAS más baja con $0,29 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$. La EM01 no excede el valor guía recomendado por la OMS, mientras que la EM02, EM03 y E/M04 sí exceden dicho valor. El monitoreo de ruido se realizó en 09 puntos del centro de la ciudad de Tacna, se llevó a cabo siguiendo el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental establecido por el Ministerio del Ambiente y se utilizó un sonómetro de clase 1 Modelo LxT1 Larson Davis. El valor más alto de los promedios registrados fue en el P03 con 76,1 dBA, mientras que el valor más bajo de los promedios se registró en el P04 con 71,6 dBA; todos los puntos monitoreados excedieron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido. Asimismo, se realizó la prueba estadística T-Student para muestras relacionadas, mediante la cual, se determinó que las concentraciones de polvo atmosférico del año 2017 y 2021 no presentan diferencia estadística al tener una Significancia bilateral mayor a 0,05; de la misma manera, con los niveles de ruido ambiental, mediante la prueba T-Student podemos afirmar que entre los niveles de ruido del año 2021 y los registrados antes de la pandemia no existe una diferencia estadística, puesto que al tener una Significancia bilateral mayor a 0,05 se considera no significativo.

Chura (2021), la presente tesis tiene como objetivo determinar la presión sonora del parque automotor en el centro comercial del distrito Alto de la Alianza, para este trabajo se seleccionaron dos distritos comerciales de mayor flujo vehicular, tomando en

cuenta el mapa zonal del distrito, son el centro comercial Polvos Rosados, así como el centro comercial y Salida Tarata. La recolección de datos se realizó en 2 turnos; día y noche; teniendo en cuenta las horas pico de tráfico de vehículos y teniendo en cuenta la cantidad de vehículos como parte de los datos recopilados para determinar el nivel de contaminación acústica de los vehículos de motor en el Parque del Distrito Comercial. También se recolectaron datos meteorológicos para conocer si había una correlación entre los datos meteorológicos y el ruido utilizando la prueba de correlación estadística de Pearson. Además, se proponen medidas para reducir la contaminación acústica. El resultado fue que el nivel de presión sonora del turno de día estuvo dentro de los 70 dB del parámetro máximo de ECA, mientras que el turno de noche excedió el límite de ruido nocturno de 60 dB de ECA para áreas comerciales. Se encontró que existe una correlación entre la velocidad del viento, el ruido y la humedad relativa. Se muestra que la temperatura y el ruido son independientes con un nivel de confianza del 95 %. El ruido y el número de vehículos están directa y significativamente relacionados, excepto en la zona de Polvos Rosados en el turno de noche.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Calidad Atmosférica

El aire que respiramos es muy complejo y contiene alrededor de mil compuestos diferentes. Los principales elementos del aire son el oxígeno, el nitrógeno y el hidrógeno. Sin estos tres compuestos, la vida en la Tierra no sería posible.

La ausencia o presencia y la concentración de diferentes sustancias son las determinantes relevantes de la calidad atmosférica. Así, la calidad del aire está indicada por la intensidad o concentración de contaminantes, la presencia o apariencia física de microorganismos. (MINAM, 2020)

2.2.1.1 Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable

Polvo atmosférico sedimentario: También conocido como material particulado sedimentado, consiste en partículas contaminantes mayores o iguales a 10 micras de diámetro ($D \geq 10\mu$) que son de un tamaño y peso que les permite sedimentarse y sedimentarse por gravedad. Nuevamente, estas partículas aterrizan en varias superficies y nuevamente son arrastradas largas distancias por el viento, cambiando la calidad de nuestro aire (Chipoco & Valencia, 2015).

El PAS tiene un tiempo de residencia corto en el aire y la capacidad de sedimentarse; se considera un contaminante del aire porque afecta directamente a la salud humana y no a la atmósfera (PUCP, 2012).

Las partículas suspendidas existen en la atmósfera debido a causas naturales como los incendios forestales, la erosión y la lluvia. Su ubicación depende de su tamaño y composición, la cantidad de lluvia que los arrastra y otros factores. Las partículas más cercanas a 10 micrones de diámetro tienen menos capacidad de sedimentación, mientras que las partículas mayores de 20 micrones se sedimentarían con suma facilidad (PUCP, 2012) y Rosas (2018).

Las partículas que se depositan en la atmósfera son transportadas por vehículos. Es por ello que la OMS ha documentado en un artículo que los PAH y las emisiones de partículas son el principal problema del aumento del número de automóviles (OMS, 2005).

2.2.1.2 Humedad

Es la cantidad de vapor de agua en la atmósfera. Más concretamente, es la cantidad de vapor de agua en el aire expresada como porcentaje de la cantidad necesaria para alcanzar la saturación a esa temperatura (%HR o RH en inglés) (Vaisala, 2019).

2.2.1.3 Temperatura

Es una cantidad física que expresa la intensidad de frío o calor en un objeto, cuerpo o ambiente. (Motocanche, 2019). La temperatura máxima se refiere al cambio en la temperatura máxima en todo el país en marzo (Boletín Nacional del Clima Agosto, 2020) malas relaciones con los demás.

2.2.1.4 Velocidad y dirección del viento

Esto puede alterar en gran parte la concentración de contaminantes en una zona, cuanto mayor sea, menor será la concentración (CEPIS, 2005). La dirección del viento determina el arrastre de partículas (OMS, 2005).

2.2.1.5 Ruido

DRAE (2001) citado por (Rodríguez, 2016) define a la acústica como parte de la física que trata del control, transmisión, producción, audición de los sonidos y recepción.

Harris (2005) citado por (Ludeña, 2018) El sonido se define como el cambio físico causado por las ondas sonoras que se propagan en un medio (líquido, gas o sólido) y son percibidas por el oído humano. La existencia del sonido se basa en 3 elementos básicos de su existencia, que son: fuente de generación de ruido, canal de transmisión de ruido (aire) y receptor (hombre).

– Fuentes de Ruido

La (OMS, 2004) citado por (García, 2019) menciona cinco problemas de ruido por la que atraviesa la población mundial:

- Los medios de transporte.
- La actividad de las personas.
- Las industrias.
- Las instalaciones productoras de energía.
- Las construcciones civiles.

Las regulaciones de ruido ambiental de diferentes países contemplan dos tipos de fuentes de ruido: fuentes de ruido estacionarias y móviles. La OMS (1999) citado por (Avilés & Perera, 2017) menciona que fuentes fijas son aquellos establecimientos y equipos instalados en un solo lugar, incluyendo motores, máquinas, sistemas de sonido para uso industrial, ocio, comercial, etc.

– Decibeles

Es un dispositivo utilizado para medir la intensidad del sonido. Un decibelio es la décima parte de un belio (B), una unidad que lleva el nombre de Graham Bell, el inventor del teléfono. Su escala logarítmica es suficiente para representar el espectro de la audición humana (GreenFacts, 2016).

Tabla 1*Decibeles por tipo de actividad realizada – Ruido Urbano*

Valores Guía para el ruido urbano

Ambiente específico	Efecto(s) crítico(s) sobre la salud	LAeq dBA	Tiempo (horas)	LAmáx Fast (dB)
Exteriores	Molestia grave en el día y al anochecer.	55	16	-
	Molestia moderada en el día y al anochecer.	50	16	-
Interior de la vivienda, dormitorios	Interferencia en la comunicación oral y molestia moderada en el día y al anochecer.	35	16	-
	Trastorno del sueño durante la noche.	30	8	45
Fuera de los dormitorios	Trastorno del sueño, ventana abierta. (valores en exteriores)	45	8	60
Salas de clase e inferior de centros preescolares	Interferencia en la comunicación oral, disturbio en el análisis de información y comunicación del mensaje.	35	Durante	-
Dormitorios de centros preescolares, interiores	Trastorno del sueño.	30	Durante clases	-
Escolares, áreas exteriores de juego	Molestia. (fuente externa)	55	Durante el juego	-
Hospitales, pabellones interiores	Trastorno del sueño durante la noche.	30	8	40
	Trastorno del sueño durante el día y al anochecer.	30	16	-
Hospitales, salas de tratamientos, interiores	Interferencia en el descanso y la recuperación.	*		

* Lo más bajo posible

Nota. Organización mundial de la salud, Guías para el Ruido Urbano.

– **Afecciones a la salud por contaminación sonora**

(Seoáñez, 2001) citado por (García, 2017) establece que los efectos del ruido se clasifican en tres categorías:

a) Efectos fisiológicos (Seoáñez, 2001, p. 70)

- Modificaciones funcionales del sistema vegetativo (Hipertensión).
- Pérdida de la capacidad auditiva (sordera).

- Aceleración del ritmo cardiaco.
 - Descargas hormonales en la sangre y tensión en los músculos.
- b) Efectos sobre actividades (Seoáñez, 2001, p. 71)
- Dificultad en comunicarse: Efectos de tensión y otros efectos a largo plazo.
 - Ruidos nocturnos: producción de una sensación de agresividad durante todo el día y reducción del rendimiento.
 - Ruido laboral: Disminución y distracción del aprendizaje y eficacia.
- c) Efectos psico-sociológicos (Seoáñez, 2001, p. 72)
- Actitud de la persona: Una actitud negativa ante situaciones que provocan ruido provoca irritación y estrés asociado al miedo y al pánico.

Los niveles de ruido que muestran en la tabla 2, tienen efectos negativos para la salud y el desarrollo social.

Tabla 2

Decibeles y su afección a la salud de las personas – Valores Críticos

Niveles de ruido(dBA)	Efectos
30	Dificultad de conciliar el sueño Perdida de calidad de sueño
40	Dificultad de la comunicación verbal
45	Probable interrupción del sueño
50	Malesta diurno moderado
55	Malestar diurno moderado
65	Comunicación verbal extremadamente difícil
75	Pérdida de la audición a largo plazo
110-140	Pérdida de la audición a corto plazo

Nota. Organización Mundial de la Salud.

2.2.2 Ondas sonoras

El sonido es un fenómeno físico que consiste en cambios mecánicos en las partículas de un medio elástico provocado por un elemento vibratorio capaz de provocar la audición. Las vibraciones se propagan a través del medio, generalmente el aire, y se introducen como ondas de sonido a través del tímpano, lo que hace que el tímpano

vibre, desde donde viaja al oído medio, el oído interno, y excita la punta del oído, donde los impulsos nerviosos finalmente producen una sensación de sonido, que se transmite al nervio auditivo en el cerebro (SICA, 2021).

2.2.2.1 Ruidos y sonidos

El ruido se conoce como un sonido no deseado. Es la emisión de energía provocada por el fenómeno de la vibración que es percibida por el oído y provoca molestias. Este es un caso especial de sonido: ruido significa sonido no deseado.

El ruido es una sensación auditiva no deseada que generalmente corresponde a cambios aleatorios en la presión a lo largo del tiempo. Es un sonido complejo que se puede caracterizar por las frecuencias de los sonidos puros que lo componen y la amplitud de la presión sonora correspondiente a cada una de estas frecuencias. Si estos últimos son muy numerosos, el ruido se caracteriza por la distribución de la energía acústica en bandas continuas de frecuencia, lo que determina el denominado espectro de ruido. El espectro de ruido cambia aleatoriamente con el tiempo, a diferencia de otros sonidos complejos, como los acordes de una secuencia musical, que siguen patrones de cambio precisos.

2.2.2.2 Niveles sonoros. El decibelio.

La presión del sonido a la que el oído humano es sensible varía en un amplio rango. Por tanto, el umbral más bajo de la audición humana, es decir, la presión sonora más baja que provoca la sensación de oír es $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, y el umbral máximo es de alrededor de 20 Pa (SICA, 2021).

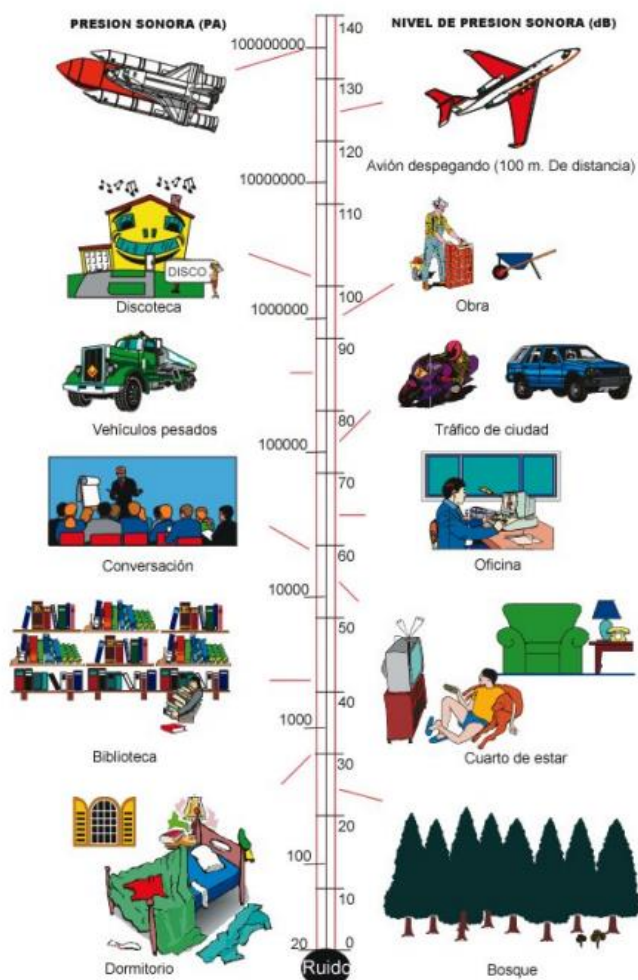
La ecuación 1, por lo que se utiliza una escala diferente, logarítmica, y otra unidad, el decibelio. No es conveniente manipular valores que abarquen un campo tan amplio.

$$L_p = 10 \cdot \log \frac{P^2}{P_o^2} = 20 \cdot \log \frac{P}{P_o} \quad (1)$$

En la figura 1 muestra una escala con ejemplos de niveles de presión sonora con diferentes fuentes de ruido.

Figura 1

Escala de niveles sonoros



Nota. Troudi (2020) Conceptos básicos del ruido ambiental: Escala de niveles sonoros del sitio web <https://haimaneltroudi.com/reducir-el-ruido-para-mejorar-nuestra-calidad-de-vida/>.

2.2.2.3 Presión sonora

En el aire, es decir, en el medio al que solemos referirnos, este fenómeno se propaga por las vibraciones de las moléculas de aire cercanas al elemento que vibra, y las moléculas de aire transfieren el movimiento a las moléculas adyacentes, continuando así a su vez. La vibración de las moléculas del aire provoca cambios en la presión del aire, es decir, el paso de las ondas sonoras crea ondas de presión que se propagan por

el aire. En condiciones normales de temperatura y presión, la velocidad de propagación en este medio es de unos 340 m/s.

Este cambio de presión se denomina presión acústica y se define como la diferencia entre la presión instantánea y la presión atmosférica en un momento dado. La presión del sonido cambia drásticamente con el tiempo; estos cambios repentinos son captados por el oído humano y producen la sensación de oír.

Una fuente de sonido produce una cierta cantidad de energía por unidad de tiempo, que es un cierto volumen. Es una medida básica de cuánta energía acústica puede producir una fuente, independientemente del perfil. La energía del sonido fluye desde la fuente de sonido hacia el exterior, aumentando el nivel de presión del sonido existente. Al medir el nivel de presión acústica, no solo depende de la potencia radiada y la distancia desde la fuente de radiación, sino también de la cantidad de energía transmitida y la cantidad de energía absorbida (SICA, 2021).

2.2.2.4 Intensidad sonora

La intensidad del sonido se define como la energía del sonido transmitida en una dirección dada por unidad de área. Actualmente, para las mediciones de intensidad se utilizan analizadores de dos canales con capacidad de espectro cruzado y sondas que consisten en dos micrófonos separados por una distancia corta. Le permita conocer la energía acústica emitida por una fuente de sonido en un ambiente ruidoso. No se puede medir con un sonómetro. El nivel de intensidad del sonido se mide en w/m^2 .

2.2.2.5 Potencia sonora

La potencia sonora es la energía emitida por una fuente determinada. El nivel de potencia sonora es la energía total emitida en un segundo, medida en vatios. La equivalencia es $1pw = 10^{-12} w$.

La sonoridad es un valor inherente de una fuente de sonido, independientemente de la ubicación de la fuente de sonido.

El volumen de la fuente de sonido es constante y depende únicamente de las características de la fuente de sonido. En cambio, los cambios de fuerza y presión son inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia (SICA, 2021).

2.3 Definición de términos

Se mencionan a continuación algunas definiciones relevantes para el mejor entendimiento del presente trabajo de investigación:

2.3.1. Calidad de aire

Determinación de periodos y concentraciones, valores mínimos o máximos permisibles de sustancias, energías, elementos o sus combinaciones, cuya ausencia o presencia en el medio ambiente puede suponer un riesgo para la protección o protección del medio ambiente o la protección de la naturaleza (CEPIS, 2005).

2.3.2. Ruido

Un sonido no deseado se puede definir como ruido. Las ondas sonoras son causadas por las vibraciones de ciertos objetos, que a su vez crean una serie de ondas de compresión o expansión a través del medio que las soporta (agua, aire y otros) (Chura, 2021).

2.3.3. Contaminación atmosférica

La presencia de pequeños productos o partículas secundarios gaseosos en la atmósfera puede causar daño, riesgo o incomodidad a las plantas, personas y animales implicados a dicho ambiente (MINAM, 2020).

2.3.4. Muestreo

Es un procedimiento o conjunto de métodos para extraer muestras finitas de poblaciones finitas o infinitas para estimar valores de parámetros o probar hipótesis sobre la forma de distribuciones de probabilidad o valores de parámetros en una o más poblaciones (Motocanche, 2019).

2.3.5. Polvo atmosférico sedimentable

Se compone de materiales orgánicos e inorgánicos que se encuentran dispersos en finas partículas por toda la atmósfera que respiramos (Merma & Miranda, 2017).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño de la investigación

a) Tipo de investigación

El trabajo actual es parte de la investigación descriptiva porque describe una situación o evento y los pasos que deben tomarse para lograr un resultado. Además, trata de describir en detalle las propiedades y características importantes de cualquier fenómeno para su posterior análisis.

b) Diseño de investigación

El diseño de investigación se basa en un diseño no experimental apoyado en métodos de campo y laboratorio por su posterior análisis, de acuerdo a la recolección de datos realizada directamente en las zonas donde ocurre el fenómeno; es decir, haciendo una selección de puntos importantes, así como todos los informes de monitoreo de PAS en el distrito de Tacna en el informe del año pasado.

3.2 Acciones y actividades

Las actividades que se realizaron en la investigación fueron desarrolladas en diversas etapas, las cuales se detallan a continuación:

a) Para la determinación de polvo atmosférico sedimentable método de colectores pasivos:

Consisten en el uso de recipientes cilíndricos abiertos en la parte superior, presentando una zona sobre la cual las partículas de amplio tamaño y de mayor densidad pueden sedimentarse, de tal manera que no se utilizan compresores para la succión del aire.

Pasos para determinar el polvo atmosférico sedimentable:

- Se armó el colector pasivo, el cual fue formado por un embudo colector, rejilla protectora, frasco colector y conexión, como se presenta en las figuras 2 y 3.
- Se seleccionó la zona a monitorear y se elaboró el mapa de ubicación de esta identificando los puntos donde se instaló los colectores para realizar el monitoreo.
- Se identificó en campo los puntos donde se colocó los colectores para lo cual se tomó las coordenadas de estos haciendo uso del GPS o cámaras GPS.
- Se usaron los implementos de seguridad, guantes, mascarilla, etc.

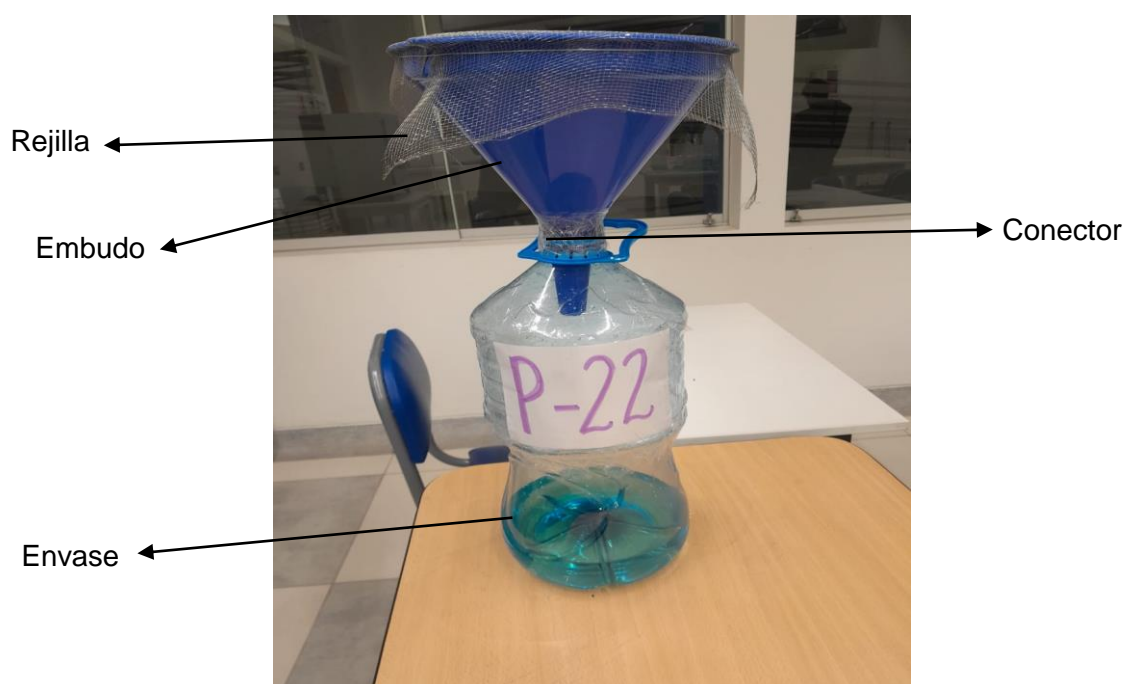
- Se determinó el material sólido insoluble (MSI), el cual es el peso del papel filtro seco luego de filtrar la muestra menos el peso del papel filtro seco antes de filtrar la muestra.
- Se determinó el material sólido soluble (MSS), el cual es igual al peso del vaso precipitado luego de evaporar el agua menos peso inicial del vaso precipitado y todo ello menos 1 g de sulfato de cobre.
- Se tuvo en cuenta el valor guía que establece la OMS para Polvo Atmosférico Sedimentables (PAS):

Valor Guía de la OMS = 5 ton/km²/30 días

En la figura 2 se observa las partes del colector pasivo y rotulado.

Figura 2

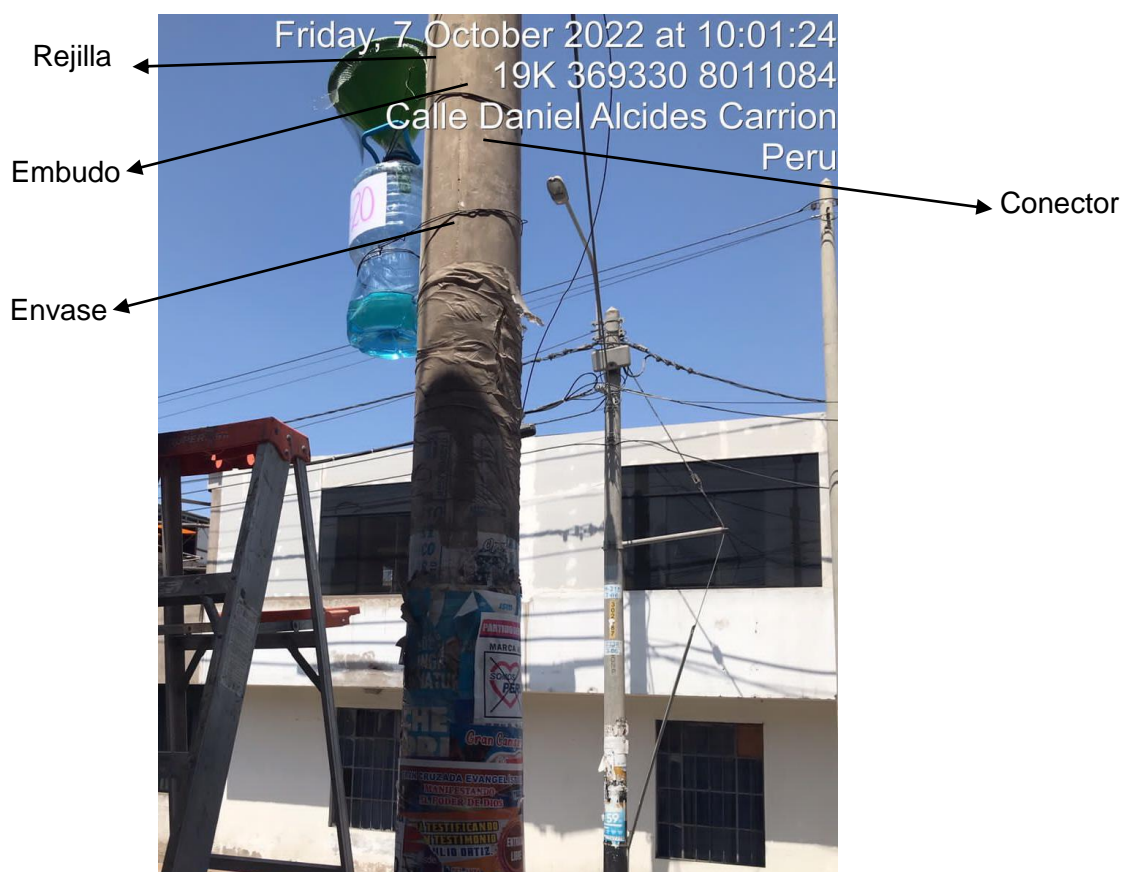
Colector Pasivo



En la figura 3 se observa ya instalado el colector pasivo rotulado, tomando los datos de coordenadas y fecha.

Figura 3

Colector Pasivo para muestreo



Procedimientos del método de colectores pasivos

a) Armado del Colector

El conjunto del equipo colector debe estar formado por un embudo colector, rejilla protectora, frasco colector y conexión.

- Embudo colector: De plástico son acumulación de electrostática que ira conectado con el frasco colector.
- Frasco colector: depósito de plástico de capacidad promedia entre 5 a 10 litros.
- Conexión: entre el embudo y frasco debe haber un tubo de goma o plástico que evite el ingreso de cualquier tipo de material sólido.

- Rejilla protectora: malla metálica de cocada fina. Se coloca sobre la boca del embudo con la finalidad de impedir el ingreso a solidos gruesos u otras interferencias. Ejemplo: hojas secas, plumas, etc.
- Lavar el embudo hasta asegurar que esté totalmente limpio y acoplar la rejilla metálica en la boca del embudo.
- Rotular la botella según al punto de monitoreo correspondiente.
- Diluir en 1 L de agua destilada 1 g de sulfato de cobre en cada frasco colector con la finalidad de evitar el crecimiento de algas e incubación larvas de insectos.
- Ensamblar el embudo a la botella de plástico.
- Cubrir la boca del embudo con papel kraft para evitar que se contamine durante el traslado al punto de monitoreo.

b) En campo:

- Se armó el colector pasivo, el cual fue formado por un embudo colector, rejilla protectora, frasco colector y conexión.
- Se seleccionó la zona a monitorear y se elaboró el mapa de ubicación de esta identificando los puntos donde se instaló los colectores para realizar el monitoreo.
- Se identificó en campo los puntos donde se colocó los colectores para lo cual se tomó las coordenadas de estos haciendo uso del GPS o cámaras gps.
- Se usaron los implementos de seguridad, guantes, mascarilla, etc.
- Se determinó el material sólido insoluble (MSI), el cual es el peso del papel filtro seco luego de filtrar la muestra menos el peso del papel filtro seco antes de filtrar la muestra.
- Se determinó el material sólido soluble (MSS), el cual es igual al peso del vaso precipitado luego de evaporar el agua menos peso inicial del vaso precipitado y todo ello menos 1g de sulfato de cobre.
- Se tuvo en cuenta el valor guía que establece la OMS para Polvo Atmosférico Sedimentables (PAS).

c) En laboratorio:

- Se retira del colector el papel kraft y las rejillas para poder diluir con agua destilada todo el polvo compactado en las orillas del embudo siendo depositadas en el contenedor de plástico.
- Una vez limpiado todas las orillas del embudo, se retira y se mezcla todo el contenido para poder ser diluido y repartido en las probetas para su posterior pasarlas al sistema de filtrado.

- En el sistema de filtros se inserta el papel filtro (previamente pesado y rotulado) y se deposita todo el líquido mezclado con el polvo de las probetas agitando ligeramente para evitar sedimentos que es peso importante para el estudio y así iniciar con el filtrado.
- Una vez finalizado el proceso de filtración, se retiran los papeles filtro cuidadosamente evitando el esparcimiento de material sólido particulado captado y se deja secando por 40min en el Desecador.
- Con el líquido sobrante del filtrado se depositan en vasos precipitados previamente esterilizados, pesados y rotulados.
- Estos pasan a las cocinillas eléctricas para poder evaporizar el líquido restante para poder hallar el material sólido soluble (MSS).
- Pasado los 40 minutos de secado en el desecador, los filtros pasan por 1 hora y a 60°C para poder eliminar en su totalidad el líquido y así obtener el materia sólido insoluble (MSI).
- Se hace el peso final de los filtros y se resta con su peso inicial y se obtiene el MSI.
- De igual forma con los vasos precipitados, una vez evaporado todo el líquido se saca el peso final del vaso y se resta con el inicial para obtener el MSS.

d) En gabinete:

$$A = \pi * r * (r + \sqrt{r^2 + h^2}) \quad (2)$$

- Para hallar el PAS total previamente se calcula el área del embudo con la fórmula
- Para hallar el polvo atmosférico sedimentable se utilizó la ecuación restándole 1g de sulfato de cobre que se utilizó anteriormente:

$$\begin{aligned} \text{PAS} & \frac{2945.872 \text{ cm}^2}{x \text{ cm}^2} \\ x & = \text{Resultado g/cm}^2 \end{aligned}$$

- Luego se empleó la regla de tres simples para cada punto:
 - Se transformaron las unidades de g/cm a tg/km para realizar la comparación según el valor de la guía de la OMS, el cual corresponde a 5 ton/km por un mes o 30 días.

$$\text{Resultado} \frac{\text{g}}{\text{cm}^2} * \frac{1\text{kg}}{1000\text{g}} * \frac{1\text{ton}}{1000\text{kg}} * \frac{(100\text{cm})^2}{(1\text{m})^2} * \frac{(1000\text{m})^2}{(1\text{km})^2}$$

b) Para el monitoreo de ruido ambiental:

Se cuantificó la contaminación acústica que pueden causar sus actividades e identificar las fuentes de emisión internas y externas que existen en su área de influencia.

Pasos para determinar el ruido ambiental:

- Se determinó el área donde se ubica la actividad a monitorear y se determinó con base en la zonificación del ECA-Ruido.
- Se determinó el punto de monitoreo, se debe tener en cuenta la dirección del viento, ya que la transmisión del ruido puede cambiar a través de la dirección del viento.
- Dentro de cada área, se seleccionaron las zonas más relevantes de acuerdo con la ubicación de la fuente generadora de ruido y en donde dicha fuente genera una mayor incidencia en el ambiente exterior.
- Se seleccionaron los puntos de medición que indiquen las coordenadas de cada área representativa. Al determinar estos puntos de medición, se tuvo en cuenta la ubicación de la fuente del transmisor y del receptor.
- El sonómetro fue colocado lo más lejos posible de la fuente de ruido de la superficie reflectante (suelo, paredes, objetos, techo, etc.)
- El operador estuvo lo más lejos posible del equipo de medición para no protegerlo. Esto se amplifica cuando la naturaleza del equipo no requiere que el operador esté cerca. Se mantuvo una distancia razonable para la realización de las mediciones sin proteger el sonómetro, si es necesario.
- Se usó el trípode.
- La medición se realizó en LAeq.
- El tiempo de medición capturó el ruido de diferentes tipos de vehículos que se desplazan a una velocidad promedio, donde las actividades operativas se realizaron en intervalos regulares de 30 minutos por hora, como se puede apreciar en la Figura 4.

En la figura 4 muestra la correcta el uso y posición en la que se debe utilizar el equipo del sonómetro con el trípode nivelado y el sonómetro en 45°.

Figura 4

Muestreo de presión sonora con sonómetro



3.3 Materiales y/o instrumentos

Equipos y materiales

- Embudo de plástico de diámetro de 30 cm
- Malla metálica
- Botella de plástico de 7 L
- Sulfato de Cobre
- Agua destilada
- Balanza analítica (5 decimales)
- Papel filtro de laboratorio
- Probetas de 250ml
- Desecador
- Sistema de filtración
- Vasos precipitados

- Cocinilla eléctrica
- Horno
- Libreta de apuntes
- GPS o Cámara con coordenadas UTM
- Escalera
- Alicata
- Alambre
- Sonómetro
- Trípode

EPP

- Guantes (protección de brazos y manos)
- Zapatos de seguridad de caucho o goma (protección de pies)
- Chalecos de seguridad

3.4 Población y/o muestra de estudio

Para determinar la población de estudio, se tomaron en cuenta los puntos críticos de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva de la Provincia de Tacna, 2022. Se tomó en consideración la población de Pocollay y Ciudad Nueva y como muestra de estudio las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva.

3.4.1. Población de estudio

Nuestra población de estudio sería las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva de Tacna.

3.4.2. Muestra de estudio

Se tomó en cuenta 28 puntos de monitoreo de los cuales, por motivos de accesibilidad, siendo 13 puntos en Ciudad Nueva y 15 en Pocollay de muestreo en campo de los cuales se colocaron los colectores pasivos.

También se determinó los 11 puntos para el monitoreo de ruido, 6 puntos en el distrito de Pocollay y 5 puntos en el distrito de Ciudad Nueva.

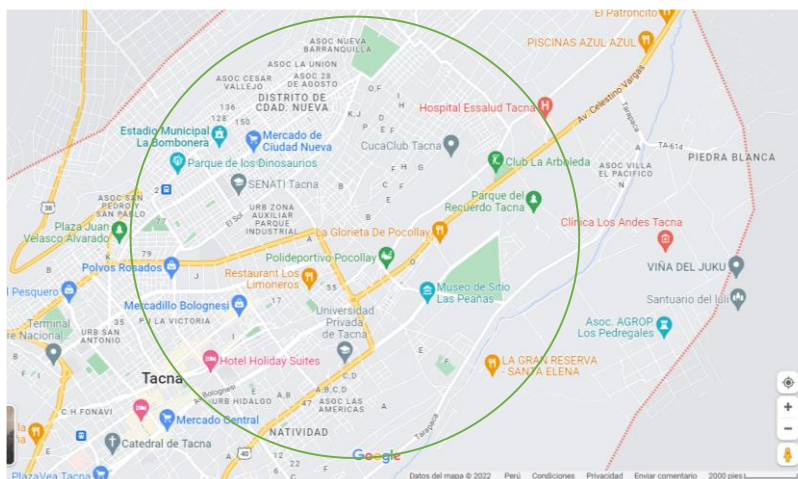
3.4.3. Ubicación de la zona de estudio

El área de estudio (Figura 5) se encontró ubicada geográficamente de la siguiente manera:

- Región: Tacna.
- Provincia: Tacna.
- Distritos: Pocollay y Ciudad Nueva.

Figura 5

Zona de estudio



Asimismo, las Figuras 6, 7 y 8 muestran los mapas del área de estudio para monitoreo de PAS y monitoreo de ruido para los distritos de Ciudad Nueva y Pocollay.

Figura 6

Mapa del área de estudio para monitoreo de PAS: Distrito Pocollay

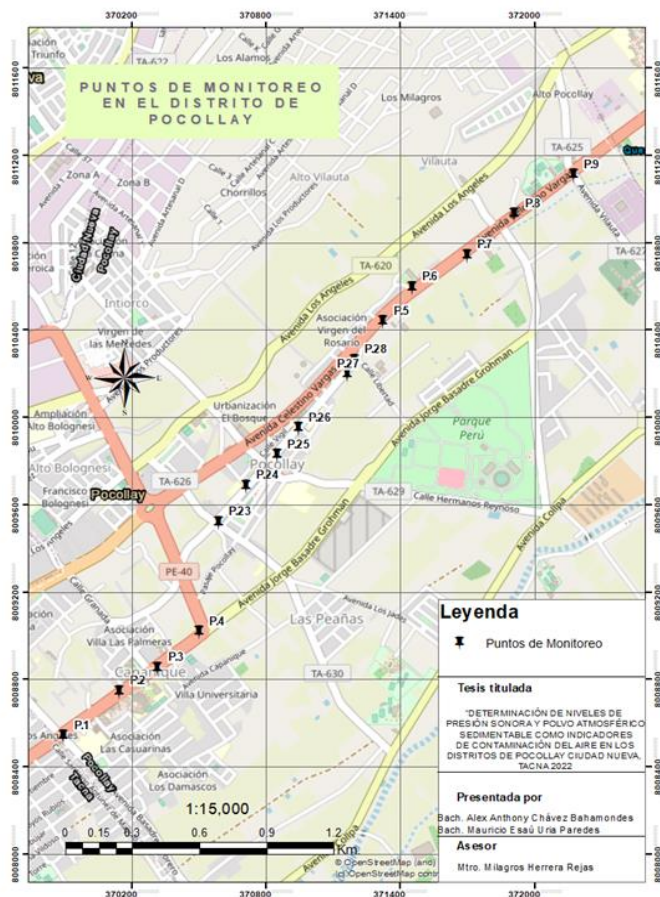


Figura 7

Mapa de área de estudio para monitoreo de PAS: Distrito Ciudad nueva

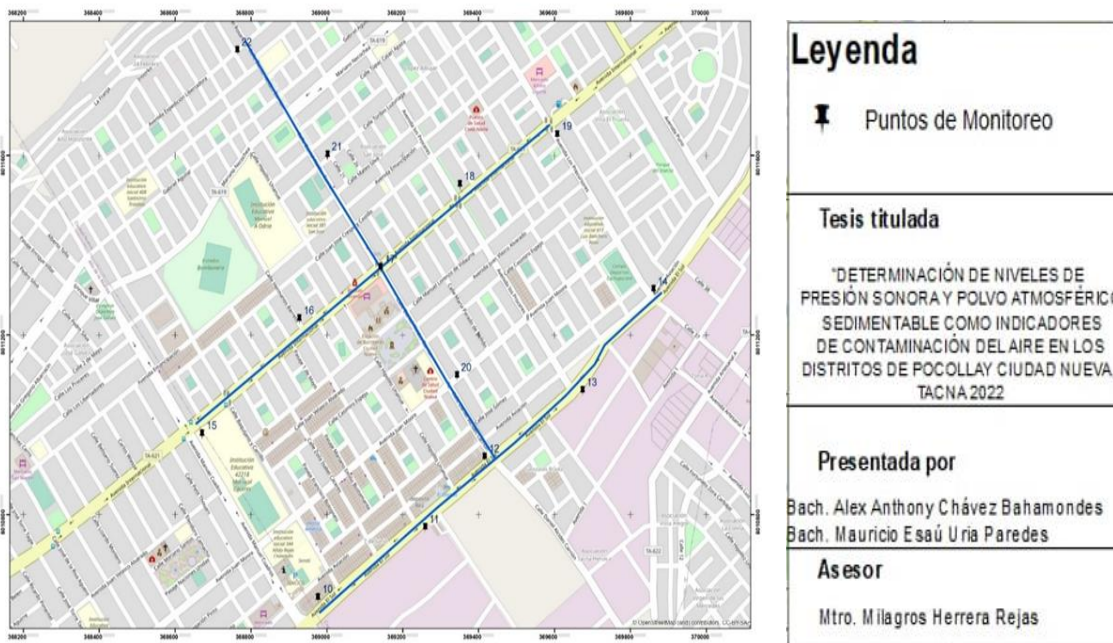
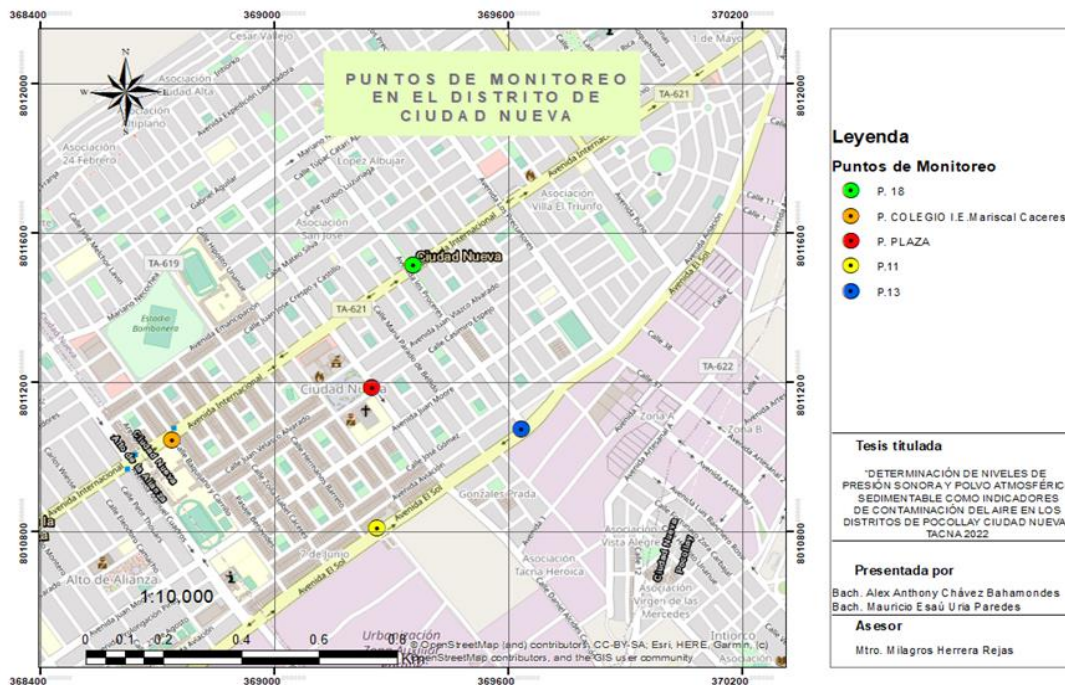


Figura 8

Mapa de puntos de estudio para monitoreo de ruido: Distrito Ciudad nueva



3.4.4. Identificación de puntos de muestreo

Se identificó en campo los puntos de mayor influencia para ambos distritos se tomaron tramos con características semejantes de tránsito de carga pesada, comercio y zonas de plaza e instituciones educativas cercanas donde se ubicaron 13 puntos para el distrito de Ciudad Nueva y 15 puntos para el distrito de Pocollay, presentados en la Tabla 3 y 4. Posteriormente se instalaron los Receptores de PAS en los puntos seleccionados tomando las coordenadas de estos haciendo el uso del programa ArcGIS.

Para los puntos de monitoreo de ruido de igual forma se tomaron 11 puntos de los cuales 6 puntos para el distrito de Pocollay y 5 puntos para el distrito de Ciudad Nueva.

Tabla 3

Coordenadas de los 28 puntos de monitoreo de PAS

Puntos	Point_x	Point_y	Distrito
1	369896	8008538	Pocollay
2	370146	8008741	Pocollay
3	370317	8008848	Pocollay
4	370502	8009013	Pocollay
5	371326	8010436	Pocollay
6	371454	8010591	Pocollay
7	371702	8010738	Pocollay
8	371913	8010928	Pocollay
9	372179	8011106	Pocollay
10	368950	8010579	Ciudad nueva
11	369271	8010791	Ciudad nueva
12	369431	8010923	Ciudad nueva
13	369657	8011058	Ciudad nueva
14	369866	8011302	Ciudad nueva
15	368650	8010984	Ciudad nueva
16	368937	8011217	Ciudad nueva
17	369143	8011349	Ciudad nueva
18	369357	8011512	Ciudad nueva
19	369570	8011652	Ciudad nueva
20	369325	8011085	Ciudad nueva
21	368977	8011576	Ciudad nueva
22	368786	8011866	Ciudad nueva
23	370591	8009516	Pocollay
24	370714	8009683	Pocollay
25	370853	8009823	Pocollay
26	370949	8009946	Pocollay
27	371167	8010194	Pocollay
28	371199	8010257	Pocollay

Tabla 4*Coordenadas de los 11 puntos de monitoreo de ruido*

Puntos	Point_x	Point_y	Distrito
2	370113	8008730	Pocollay
3	370328	8008854	Pocollay
24	370704	8009693	Pocollay
25	370841	8009829	Pocollay
6	371454	8010591	Pocollay
7	371702	8010738	Pocollay
11	369264	8010810	Ciudad nueva
13	369635	8011076	Ciudad nueva
P. Colegio	368736	8011047	Ciudad nueva
18	369357	8011515	Ciudad nueva
P. Plaza	369250	8011186	Ciudad nueva

3.5 Operalización de variables

En la Tabla 5, se muestra la Operalización de las variables de estudio, definición conceptual, dimensiones, escala y técnicas y métodos trabajados.

Tabla 5*Operacionalización de variables de investigación*

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Técnicas o métodos
Niveles de Presión Sonora	Expresa el nivel de presión sonora es el decibelio, dB. El nivel de presión de sonido del sonido varía de 0 dB a 120 dB. Los sonidos por encima de los 120 decibelios pueden causar daños auditivos inmediatos y permanentes. (Miyara, 2018)	Nivel sonoro en decibeles	<60dB (ECA – RUIDO)	Monitoreo con Sonómetro.
Polvo atmosférico sedimentable	Partículas contaminantes sólidas mayor o igual a 10 micras ($D \geq 10\mu$); la cuales se depositan y depositan en varias superficies (edificios).) en forma de polvo y objetos en general, desde los cuales son reintroducidos al aire, las partículas más finas son más peligrosas porque tienen una mayor capacidad de entrar al sistema respiratorio. (Sandoval, 2000)	Peso en Ton/km ² /mes	5 ton/km ² /mes (Guía de la OMS)	Monitoreo de Colectores Pasivos

3.6 Procesamiento y análisis de datos

3.6.1 Procedimiento

Se aplicó el método de colectores pasivos para la determinación del polvo atmosférico sedimentable y el método muestreo con sonómetro en las avenidas principales de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, con la finalidad de comparar los valores de la guía de la OMS y ECA ruido determinando la relación de ambas variables. Asimismo, para el análisis de datos se utilizaron los siguientes programas:

- ArcGIS.
- WRPLOT VIEW.
- Excel.
- G4 LD.

3.8.2 Técnicas

La técnica de recolección de los datos numéricos de los procesos para la determinación del PAS, siendo el proceso 30 días en campo y 5 días en laboratorio para conocer los valores en toneladas/km² lo cual permitió determinar el polvo atmosférico en el aire y los decibeles (30 minutos por punto), siendo el proceso 3 días de monitoreo para conocer los valores en dBA se tuvo en cuenta lo que establecen las normas NTP-ISO1996-I:2007 y la NTP-ISO1996-2: 2008, presentados en la Tabla 6a.

Tabla 6a

Hojas de cálculo de PAS Pocollay y Ciudad Nueva

Av. Circunvalación					
MSI					
Muestra	N de papel filtro	Pif (g)	Pff	MSI	total (g)
P.1	1,1	0,16	0,31	0,14	0,51
	1,2	0,17	0,20	0,03	
	1,3	0,17	0,21	0,03	
	1,4	0,17	0,19	0,01	
	1,5	0,17	0,30	0,12	
	1,6	0,17	0,32	0,14	
P. 2	2,1	0,16	0,38	0,21	0,49
	2,2	0,16	0,22	0,06	
	2,3	0,17	0,38	0,20	
P. 3	3,1	0,39	0,54	0,15	0,35
	3,2	0,38	0,59	0,20	
P. 4	4,1	0,16	0,19	0,02	0,23
	4,2	0,16	0,26	0,09	
	4,3	0,17	0,28	0,11	

(Continúa)

Tabla 6a (continuación)

MSS					
Muestras	N de Vasos Precipitados	Pivpp (g)	Pfvpp (s)	MSS	total
V.1	1,1	174,45	177,36	2,90	5,78
	1,2	160,18	163,05	2,87	
V.2	2,1	160,26	163,88	3,61	8,33
	2,2	160,19	164,91	4,71	
V.3	3,1	181,79	184,82	3,02	7,55
	3,2	168,41	170,26	1,85	
	3,3	160,71	163,39	2,67	
V.4	4,1	178,39	182,40	4,01	11,48
	4,2	178,39	181,69	3,30	
	4,3	168,71	172,88	4,16	
Av. Francisco de Zela					
MSI					
Muestra	N de papel filtro	Pif (g)	Pff	MSI	Total (g)
V.23	23,1	181,55	184,63	3,08	6,31
	23,2	168,41	171,64	3,22	
V.24	23,1	175,40	180,08	4,68	7,55
	23,2	174,62	177,49	2,87	
V.25	4,1	175,40	178,58	3,18	7,20
	4,2	178,09	180,17	2,08	
	4,3	175,71	177,64	1,93	
P. 26	26,1	0,16	0,23	0,06	0,15
	26,2	0,17	0,21	0,03	
	26,3	0,16	0,19	0,03	
	26,4	0,17	0,19	0,01	
P. 27	27,1	0,17	0,20	0,03	0,14
	27,2	0,16	0,19	0,02	
	27,3	0,16	0,21	0,05	
	27,4	0,16	0,19	0,02	
P. 28	28,1	0,16	0,20	0,04	0,27
	28,2	0,17	0,24	0,07	
	28,3	0,17	0,24	0,06	
	28,4	0,17	0,20	0,02	
	28,5	0,17	0,23	0,06	

(Continua)

Tabla 6a (continuación)

MSS					
Muestras	N de Vasos Precipitados	Pivpp (g)	Pfvpp (s)	MSS	total
V.23	23,1	181,55	184,63	3,08	6,31
	23,2	168,41	171,64	3,22	
V.24	23,1	175,40	180,08	4,68	4,68
	23,2	174,62	177,49	2,87	
V.25	4,1	175,40	178,58	3,18	3,18
	4,2	178,09	180,17	2,08	
	4,3	175,71	177,64	1,93	
V.26	26,1	179,82	182,01	2,18	2,18
	26,2	181,77	184,89	3,11	
V.27	27,1	160,34	162,98	2,64	2,64
	27,2	172,54	175,46	2,91	
V.28	28,1	169,00	172,31	3,30	3,30
	28,2	160,55	163,88	3,32	
	28,3	174,33	176,35	2,01	
Av. Celestino Vargas					
MSI					
Muestra	N DE PAPEL FILTRO	Pif (g)	Pff	MSI	Total (g)
P. 5	5,1	0,17	0,22	0,05	0,05
	5,2	0,16	0,22	0,05	
	5,3	0,17	0,23	0,06	
	5,4	0,17	0,26	0,09	
P. 6	6,1	0,16	0,20	0,03	0,03
	6,2	0,16	0,19	0,02	
	6,3	0,17	0,21	0,04	
	6,4	0,16	0,24	0,08	
P. 7	7,1	0,17	0,21	0,03	0,03
	7,2	0,17	0,19	0,02	
	7,3	0,17	0,19	0,02	
	7,4	0,17	0,20	0,02	
P. 8	8,1	0,17	0,30	0,12	0,12
	8,2	0,16	0,19	0,03	
	8,3	0,16	0,20	0,03	
	8,4	0,17	0,21	0,03	
P. 9	9,1	0,16	0,20	0,03	0,03
	9,2	0,17	0,19	0,02	
	9,3	0,17	0,19	0,01	
	9,4	0,17	0,26	0,08	

(Continua)

Tabla 6a (continuación)

MSS					
Muestras	N de Vasos Precipitados	Pivpp (g)	Pfvpp (s)	MSS	total
V.5	5,1	175,07	178,57	3,50	3,50
	5,2	168,29	171,85	3,56	
V.6	6,1	176,00	180,35	4,34	4,34
	6,2	182,95	185,96	3,01	
	6,3	169,23	170,60	1,37	
V.7	7,1	175,07	179,15	4,08	4,08
	7,2	178,34	181,72	3,37	
V.8	8,1	160,41	163,39	2,97	2,97
	8,2	178,39	181,25	2,86	
	8,3	168,71	170,33	1,61	
V.9	9,1	178,39	181,47	3,08	3,08
	9,2	168,71	172,53	3,81	
	9,3	181,79	184,00	2,20	
Av. El Sol (Ciudad Nueva)					
MSI					
Muestra	N de papel filtro	Pif (g)	Pff	MSI	total (g)
P.10	10,1	0,16	0,27	0,10	0,24
	10,2	0,16	0,29	0,13	
P.11	11,1	0,15	0,22	0,06	0,19
	11,2	0,16	0,24	0,07	
	11,3	0,17	0,22	0,05	
P.12	12,1	0,48	0,69	0,20	0,26
	12,2	0,46	0,52	0,06	
P.13	13,1	0,40	0,50	0,09	0,19
	13,2	0,41	0,51	0,10	
P.14	14,1	0,17	0,20	0,03	0,20
	14,2	0,16	0,19	0,02	
	14,3	0,17	0,21	0,04	
	14,4	0,17	0,21	0,03	
	14,5	0,15	0,21	0,06	
MSS					
Muestras	N de Vasos Precipitados	Pivpp (g)	Pfvpp (s)	MSS	total
V.10	10,1	174,62	180,14	5,52	5,52
V.11	11,1	178,78	180,04	1,26	1,81
	11,2	178,78	179,33	0,55	
V.12	12,1	109,21	110,87	1,65	6,77
	12,2	109,21	110,89	1,67	

(Continúa)

Tabla 6a (continuación)

V.12	12,3	113,16	114,04	0,87	6.77
	12,4	178,78	180,36	1,57	
	12,5	113,16	114,16	0,99	
V.13	13,1	177,78	181,99	4,20	8.70
	13,2	175,63	180,13	4,49	
V.14	14,1	168,69	172,76	4,06	7.92
	14,2	174,72	178,58	3,85	

Av. Internacional(Ciudad Nueva)

MSI					
Muestra	N de papel filtro	Pif (g)	Pff	MSI	total (g)
P.15	15,1	0,16	0,20	0,04	0,15
	15,2	0,15	0,19	0,03	
	15,3	0,16	0,19	0,03	
	15,4	0,15	0,20	0,05	
P.16	16,1	0,16	0,19	0,03	0,19
	16,2	0,16	0,18	0,02	
	16,3	0,16	0,19	0,03	
	16,4	0,16	0,26	0,10	
P.17	17,1	0,16	0,19	0,03	0,19
	17,2	0,17	0,20	0,03	
	17,3	0,17	0,21	0,04	
	17,4	0,17	0,20	0,04	
	17,5	0,15	0,20	0,05	
P.18	18,1	0,17	0,20	0,03	0,22
	18,2	0,17	0,21	0,04	
	18,3	0,17	0,20	0,03	
	18,4	0,16	0,22	0,06	
	18,5	0,14	0,20	0,05	
P.19	19,1	0,16	0,20	0,04	0,31
	19,2	0,17	0,23	0,06	
	19,3	0,17	0,21	0,04	
	19,4	0,16	0,23	0,06	
	19,5	0,15	0,25	0,10	

MSS

Muestras	N de Vasos Precipitados	Pivpp (g)	Pfvpp (s)	MSS	total
V.15	15,1	178	181	3	7
	15,2	177	181	4	
V.16	16,1	176	179,11	3,11	9,85

(Continua)

Tabla 6a (continuación)

	16,2	171,11	175,19	4,07	
	16,3	175	177,66	2,66	
V.17	17,1	174,12	176,52	2,39	7,60
	17,2	177,43	179,73	2,30	
	17,3	175,59	178,50	2,91	
V.18	18,1	171,71	173,83	2,11	7,32
	18,2	173,86	177,93	4,07	
	18,3	177,22	178,35	1,12	
V.19	19,1	177,28	180,37	3,09	8,99
	19,2	160,57	163,14	2,56	
	19,3	172,22	175,56	3,33	

Calle. Daniel Alcides Carrion (Ciudad Nueva)

MSI

Muestra	N de papel filtro	Pif (g)	Pff	MSI	total (g)
P.20	20,1	0,17	0,18	0,02	0,19
	20,2	0,17	0,19	0,01	
	20,3	0,17	0,18	0,02	
	20,4	0,17	0,22	0,05	
	20,5	0,17	0,25	0,09	
P.21	21,1	0,16	0,18	0,01	0,09
	21,2	0,17	0,19	0,02	
	21,3	0,17	0,19	0,02	
	21,4	0,16	0,18	0,02	
	21,5	0,16	0,17	0,01	
P.22	22,1	0,16	0,22	0,06	0,37
	22,2	0,16	0,20	0,04	
	22,3	0,16	0,21	0,05	
	22,4	0,16	0,29	0,13	
	22,5	0,15	0,23	0,08	

MSS

Muestras	N de Vasos Precipitados	Pivpp (g)	Pfvpp (s)	MSS	total
V.20	20,1	182	184	2	7
	20,2	174	177	3	
	20,3	168	170	2	
V.21	21,1	174	178	4	12
	21,2	168	171	3	
	21,3	182	187	5	
V.22	22,1	182	185	3	8
	22,2	174	177	3	
	22,3	168	170	2	

(Continua)

AV CIRCUNVALACION (POCOLLAY)									
P. Monitoreo de ruido	Ubicación		Fecha	Hora	LAFeq	LAFmax	LAFmin	Tipo de carro	Cantidad
	X	Y							
P.2	370113.6	8008730	17/11/2022	11:27:23	66,1	76,9	48,4	minibus	1
				11:32:23	66,5	76,5	52,5	combi	16
				11:37:23	68,3	78,5	53	autos	256
				11:42:23	68	76,2	53,4	motos	25
				11:47:23	69,5	78,6	56,3	camioneta	33
				11:52:23	68,8	78,9	51,9	camion	25
				11:57:23	62,2	62,5	61,7	TOTAL	356
				10:14:23				minibus	9
P.3	370328.4	8008854		10:19:23	72,7	72,8	72,5	combi	9
				10:24:23				autos	230
				10:29:23	72,7	72,8	72,5	motos	29
				10:34:23				camioneta	35
				10:39:23				camion	54
				10:44:23				TOTAL	366
				16:41:33	71,7	89,1	55,2	minibus	18
				16:46:33	74,8	89,7	53,1	combi	4
P.2	370113.6	8008730		16:51:33	71,7	87,0	53,7	autos	370
				16:56:33	71,8	83,2	55,9	motos	43
				17:01:33	71,3	84,2	55,2	camioneta	57
				17:06:33	71,1	84,2	54,6	camion	29
				17:11:33	62,9	64,3	62,2	TOTAL	521
				17:22:48	75,3	89,2	51,3	minibus	13
				17:27:48	75,6	91,8	51,1	combi	5
				17:32:48	74,9	88,3	53,4	autos	240
P.3	370328.4	8008854		17:37:48	75,6	89,6	49,4	motos	29
				17:42:48	75	91,1	51,7	camioneta	37
				17:47:48	74,3	90,6	51,7	camion	18
				17:52:48	57,7	59,9	55,4	TOTAL	342

AV. FRANCISCO DE ZELA (PLAZA DE POCOLLAY)									
P. Monitoreo de ruido	Ubicación		Fecha	Hora	LAFeq	LAFmax	LAFmin	Tipo de carro	Cantidad
	X	Y							
P.24	370704.2	8009694	18/11/2022	9:25:53	67,7	83,5	41	minibus	17
				9:30:53	67,1	84,5	44,9	combi	55
				9:35:53	65,7	81	41,9	autos	163
				9:40:53	68,4	89,3	45	motos	7
				9:45:53	65,8	80,4	43,8	camioneta	24
				9:50:53	65,5	83,9	42,8	camion	1
				9:55:53	50,6	52,4	49,5	TOTAL	267
				10:14:23	66,0	81,4	49,7	minibus	14
P.25	370841.7	8009830		10:19:23	65,2	81,4	48,7	combi	32

(Continua)

Tabla 6a (continuación)

			10:24:23	68,3	83,1	51,1	autos	120
			10:29:23	65	81,5	50	motos	12
			10:34:23	64,3	77,9	48,4	camioneta	19
			10:39:23	66,8	85,2	51	camion	4
			10:44:23	64,6	66,8	62,1	TOTAL	201
P.24	370704. 2	800969 4	16:42:25	66,1	81	50,9	minibus	15
			16:47:25	69,1	85,4	49,5	combi	23
			16:52:25	70,2	84,2	48,5	autos	100
			16:57:25	67	84,5	46,7	motos	24
			17:02:25	66,8	85,0	50,4	camioneta	36
			17:07:25	69,5	84,3	51,1	camion	13
			17:12:25	69,9	78,6	60,4	TOTAL	211
P.25	370841. 7	800983 0	14:35:47	63,8	77,7	40,6	minibus	1
			14:40:47	65,1	83,5	42,0	combi	15
			14:45:47	64	78,7	42,5	autos	31
			14:50:47	63,6	84,4	41	motos	4
			14:55:47	67,8	83,4	42,6	camioneta	1
			15:00:47	62,9	76,9	43,2	camion	0
			15:05:47	64	77,1	43,8	TOTAL	52

AV.CELESTINO VARGAS (POCOLLAY)

P. Monitoreo de ruido	Ubicación		Fecha	Hora	LAFeq	LAFmax	LAFmin	Tipo de carro	Cantidad
	X	Y							
P.6	371454.5	8010592	21/11/2022	8:50:10	69,4	83,1	52,1	minibus	32
				8:55:10	68,4	81,2	41,9	combi	49
				9:00:10	70,1	82	43,5	autos	207
				9:05:10	69,6	88	43,6	motos	14
				9:10:10	69,9	83,2	43,5	camioneta	65
				9:15:10	69,7	84,7	42,2	camion	8
				9:20:10	52,4	53,1	51,0	TOTAL	375
P.7	371702.7	8010738		8:14:19				minibus	39
				8:14:19	73	88,4	54,3	combi	78
				8:16:58				autos	284
				8:14:19	73	88,4	54,3	motos	30
				8:44:21				camioneta	115
								camion	19
								TOTAL	565
P.6	371454.5	8010592		16:23:39	67,1	81,3	43,5	minibus	5
				16:28:39	68,1	79	45	combi	35
				16:33:39	69	81,5	47,2	autos	211
				16:38:39	70,2	85,5	48,3	motos	25
				16:43:39	70,4	82,9	51,3	camioneta	31
				16:48:39	70,0	85,6	45,9	camion	11
				16:53:39	64,8	66,6	62,6	TOTAL	318

(Continua)

Tabla 6a (continuación)

P.7	371702.7	8010738	16:59:30	70	83,2	44,1	minibus	4
			17:04:30	72,4	89,8	44,1	combi	34
			17:09:30	72,8	88,8	46,9	autos	215
			17:14:30	72,5	86,7	47,6	motos	24
			17:19:30	71,7	88,5	49,9	camioneta	35
			17:24:30	73,3	89,9	50,3	camion	15
			17:29:30	67,8	81,1	48,4	TOTAL	327

AV. EL SOL(CIUDAD NUEVA)

P. Monitoreo de ruido	Ubicación		Fecha	Hora	LAFeq	LAFmax	LAFmin	Tipo de carro	Cantidad
	X	Y							
P.11	19K0369264	8010810	2022- 11-17	7:00:13	70,2	85,5	51,5	minibus	0
				7:05:13	67,9	80,9	53,9	combi	13
				7:10:13	69,9	88,3	49,5	autos	164
				7:15:13	70,0	82,4	50,6	motos	45
				7:20:13	70,8	85,1	50,2	camionetas	30
				7:25:13	72,8	98	54,1	camion	14
				7:30:13	74,5	75,7	73,1	TOTAL	266
				P.13	19K0369635	8011076	7:45:15	71,4	84,7
	7:50:15	72,2	87,1	52,1			combi	10	
	7:55:15	72,1	85,8	57,3			autos	182	
	8:00:15	70	81,7	54,9			motos	29	
	8:05:15	71,9	83,7	54,0			camionetas	17	
	8:10:15	68,8	84,0	50,6			camion	11	
	8:15:15	58,3	59	57,8			TOTAL	266	
P.11	19K0369264	8010810	15:12:15	68,7			83,5	50	minibus
			15:17:15	70,4	90,2	48,5	combi	11	
			15:22:15	70,7	86,8	55,0	autos	117	
			15:27:15	68,9	83,8	52,3	motos	23	
			15:32:15	70,9	92,7	52,1	camionetas	35	
			15:37:15	72,2	89,0	51,3	camion	21	
			15:42:15	75,9	76,6	74,7	TOTAL	216	
P.13			19K0369635	8011076	15:52:28	68,2	80,8	52,6	minibus
	15:57:28	68			91,5	50,3	combi	6	
	16:02:28	68,5			84,3	49,3	autos	96	
	16:07:28	67,8			82,7	47,3	motos	24	
	16:12:28	67,9			82,9	49,4	camionetas	20	
	16:17:28	67,7			81,2	47,3	camion	16	
	16:22:28	63,3			64,4	62,4	TOTAL	169	

AV. INTERNACIONAL(CIUDAD NUEVA)

P. Monitoreo de ruido	Ubicación		Fecha	Hora	LAFeq	LAFmax	LAFmin	Tipo de carro	Cantidad
	X	Y							

(Continua)

Tabla 6a (continuación)

P.COLEGIO	19K0368736	8011047	2022-11-18	7:02:35	69,9	84,1	54,8	minibus	33
				7:07:35	72,2	86,2	56,3	combi	55
				7:12:35	71	87,4	59,2	autos	174
				7:17:35	70,1	89,9	57,2	motos	23
				7:22:35	72,1	88,0	56,5	camionetas	17
				7:27:35	74,6	95,7	57,3	camion	4
				7:32:35	66,4	66,9	65,8	TOTAL	306
				<hr/>					
P.18	19K0369357	8011515	7:46:18				minibus	28	
			7:46:18	72,7	95,4	54,0	combi	51	
			7:51:18	71,3	86,2	55,2	autos	80	
			7:56:18	73,6	89,2	54,2	motos	14	
			8:00:48				camionetas	9	
			7:56:18	73,6	89,2	54,2	camion	2	
			8:16:18				TOTAL	184	
			<hr/>						
P.COLEGIO	19K0368736	8011047	15:02:27	70	88,1	52,3	minibus	34	
			15:07:27	72,9	88,9	55,9	combi	67	
			15:12:27	70,7	86,1	55,1	autos	147	
			15:17:27	70,8	85,9	53,7	motos	26	
			15:22:27	73,8	93,0	57,8	camionetas	28	
			15:27:27	70,7	85,1	51,7	camion	5	
			15:32:27	61,7	65,5	59,9	TOTAL	307	
			<hr/>						
P.18	19K0369357	8011515	15:43:54	67,1	83,1	51,8	minibus	33	
			15:48:54	66	84,3	50,7	combi	43	
			15:53:54	68,4	81,1	52,8	autos	127	
			15:58:54	66,7	86	52,2	motos	9	
			16:03:54	68,1	83,9	53,4	camionetas	17	
			16:08:54	70,1	95	54	camion	6	
			16:13:54	63,7	68,7	59,5	TOTAL	235	

C. DANIEL ALCIDES CARRION(CIUDAD NUEVA)

P. Monitoreo de ruido	Ubicación		Fecha	Hora	LAFeq	LAFmax	LAFmin	Tipo de carro	Cantidad
	X	Y							
P. ENTRE PLAZA Y POSTA	369250.3	8011186.8	2022-11-21	8:01:16	66,4	81,7	50,1	minibus	4
				8:06:16	65,4	82,6	46,7	combi	32
				8:11:16	68,1	84,5	49,5	autos	73
				8:16:16	66,5	84,4	47,9	motos	22
				8:21:16	66,2	83,9	47,9	camioneta	13
				8:26:16	65,5	84,4	45,5	camion	0
				8:31:16	60	66,9	47,2	TOTAL	144
				15:38:25	63,7	79,3	48,6	minibus	1
				15:43:25	63,2	82,2	47,3	combi	23
				15:48:25	61,5	71,5	46,2	autos	33
				15:53:25	63,4	81,7	47,3	motos	14
				15:58:25	60	71,9	44,6	camionetas	3
				16:03:25	61,8	78,5	46	camion	0
				16:08:25	59	59,7	58,5	TOTAL	74

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Para la presente investigación se realizaron los estudios de campo y laboratorio correspondientes, teniendo los siguientes resultados:

4.1 Polvo Atmosférico sedimentable

Se tomó en cuenta 28 puntos de monitoreo de los cuales, por motivos de accesibilidad, siendo 13 puntos en Ciudad Nueva y 15 en Pocollay de muestreo en campo de los cuales se colocaron los colectores pasivos, presentados en la Tabla 6b.

Tabla 6b

Resultados de monitoreo de colectores pasivos del distrito de Pocollay

COLECTORES PASIVOS DEL DISTRITO DE POCOLLAY				
Muestra	Ubicación	Coordenadas	Total (Ton/Km2)	OMS (Ton /km2)
P.1	Av. Circunvalación(cruce con Av.Basadre y Forero)	369895 8008537	17,97	5
P.2	Av. Circunvalación(frente a la FAING)	370146 8008740	26,55	
P.3	Av. Circunvalación(frente a FACEM)	370316 8008847	23,45	
P.4	Av. Circunvalación(antes de llegar a la curva para el ovalo de pocollay)	370502 8009012	36,39	
P.5	Av. Celestino Vargas(a la altura del restaurante el Hueco)	371326 8010435	8,69	
P.6	Av. Celestino Vargas(frente a la virgen del Rosario)	371454 8010591	11,47	
P.7	Av. Celestino Vargas(antes de llegar al grifo Chimba)	371702 8010738	10,57	
P.8	Av. Celestino Vargas(entre el rest. Los Arcos y el Club la Arboleda)	371912 8010928	7,15	
P.9	Av. Celestino Vargas(cruce con la Av. Vilauta)	372178 8011105	7,19	
P.23	Av. Francisco de Zela(cruce de la Calle. Bugambillas y Francisco de Zela)	370590 8009516	39,45	
P.24	Av. Francisco de Zela(cruce del segundo pasaje y Francisco de Zela)	370713 8009683	38,15	
P.25	Av. Francisco de Zela(frente a la esquina superior de la plaza de pocollay con la avenida)	370853 8009822	31,87	
P.26	Av. Francisco de Zela(unas casas mas arriba de la bodega santa elena)	370948 8009946	4,54	
P.27	Av. Francisco de Zela(cerca al restaurante la Huerta)	371166 8010193	6,06	

(Continua)

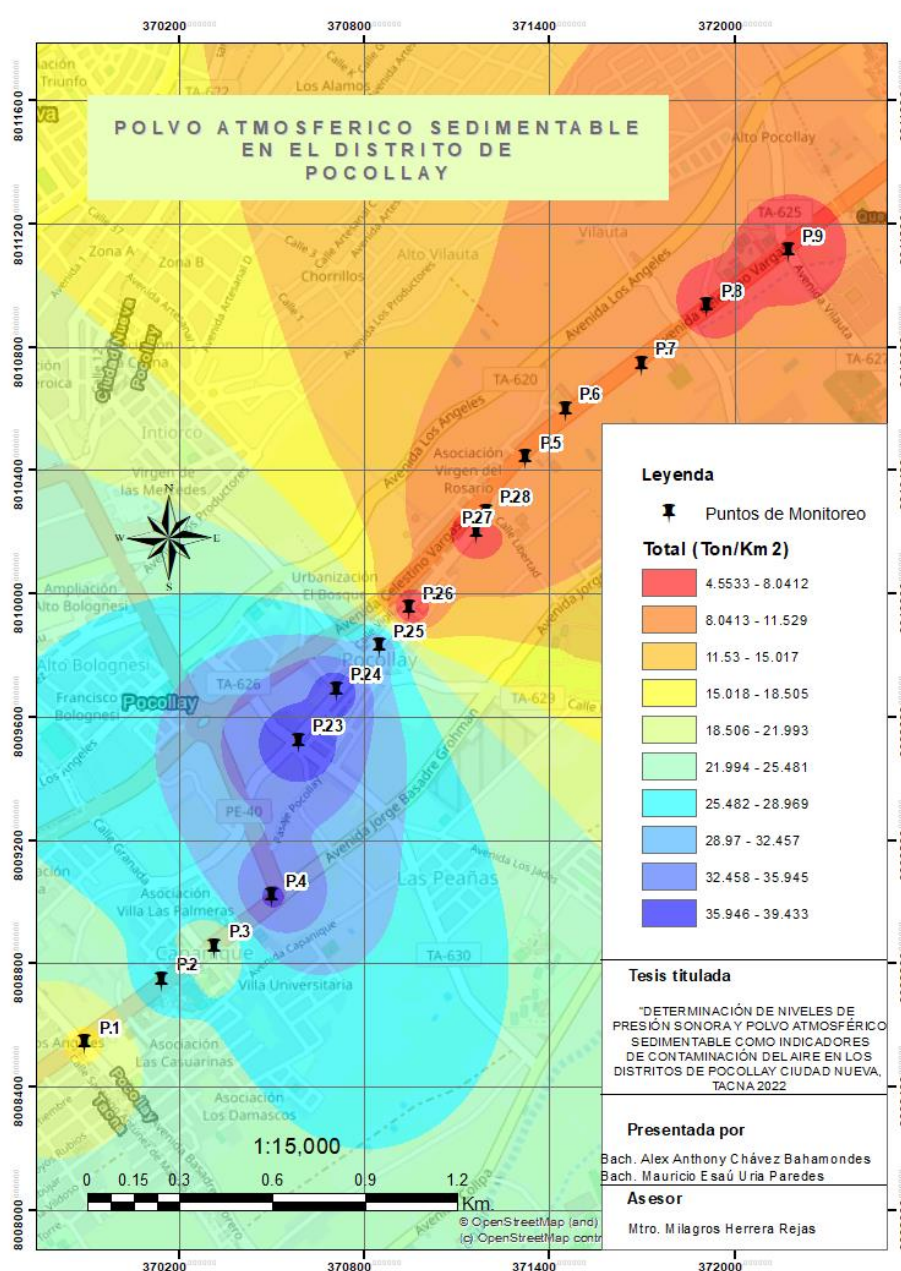
Tabla 6b (continuación)

P.28	Av. Francisco de Zela(antes de la curva hacia la Av. Celestino Vargas)	371198	8010257	8,76
-------------	--	--------	---------	------

En la tabla 6b se muestra todos los valores de PAS obtenidos para los puntos de monitoreo en las principales avenidas del distrito de Pocollay los cuales superan el valor guía de la OMS (5 toneladas/km²/mes) a excepción del punto 26 que corresponde a la Av. Francisco de Zela (a 50metros hacia arriba de la bodega Santa Elena).

Figura 9

Mapa de calor de PAS del distrito de Pocollay



En la figura 9, se muestra el mapa de calor de PAS del distrito de Pocollay como se puede observar los resultados obtenidos sobrepasan los valores guía de la OMS (5 toneladas/km²/mes). De acuerdo a lo que se muestra en el mapa de calor para PAS en el distrito de Pocollay los puntos de mayor concentración se ubican en la Av. Francisco de Zela: cruce con la Calle. Bugarvillas (punto de monitoreo P.23), cruce con Pasaje sin nombre (punto de monitoreo P.24), esquina de la plaza de Pocollay (punto de monitoreo P.25) y en la Av. Circunvalación sur: a 160 metros más arriba de la facultad de ciencias empresariales de la UPT (punto de monitoreo P.4). Los valores para la concentración de PAS en esta zona están en el rango de 28,97 a 39,433 ton/km²/mes.

Mientras que los puntos de menor concentración se ubican en la Av. Francisco de Zela: a 50 metros hacia arriba de la bodega Santa Elena (punto de monitoreo P.26), cerca al restaurante la Huerta (punto de monitoreo P.27); Av. Celestino Vargas: entre el Rest. Los Arcos y el Club la Arboleda (punto de monitoreo P.8), cruce con la Av. Vilauta (punto de monitoreo P.9) Los valores para la concentración de PAS en esta zona están en el rango de 4,55 a 11,52 ton/km²/mes.

Tabla 7

Resultados de monitoreo de colectores pasivos del distrito de Ciudad Nueva

COLECTORES PASIVOS DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA				
Muestra	Ubicación	Coordenadas	Total (Ton/Km2)	OMS (Ton /km2)
P.10	Av. El Sol(cruce con la Av. Manuel cuadros)	368950 8010579	16,18	5
P.11	Av. El Sol(frente a grifo El Sol)	369271 8010791	3,40	
P.12	Av. El Sol(cruce con la Av. Daniel Alcides Carrion)	369431 8010923	20,53	
P.13	Av. El Sol(cruce con avenida los proceres)	369657 8011058	26,81	
P.14	Av. El Sol (cruce con Av. Los Precusores)	369866 8011302	24,19	
P.15	Av. Internacional(cruce con la av. Manuel Cuadros, esquina inferior de la IE Mariscal Caceres)	368650 8010984	20,88	
P.16	Av. Internacional(cruces con la calle Hermanos Barreto)	368937 8011217	30,70	
P.17	Av. Internacional(cruce con la av. Daniel Alcides Carrion, esquina superiro del mercado de Ciudad Nueva)	369143 8011349	23,06	
P.18	Av. Internacional (cruce con Av. Los Proceres, esquina de la polleria Chambi)	369357 8011512	22,22	
P.19	Av. Internacional (cruce con Av. Los Precusores, esquina del paradero)	369570 8011652	28,18	
P.20	Av. Daniel Alcides Carrion(cruce con la Av. Juan Moore, esqui diagonal con el centro de salud de Ciudad nueva)	369325 8011085	21,00	

(Continua)

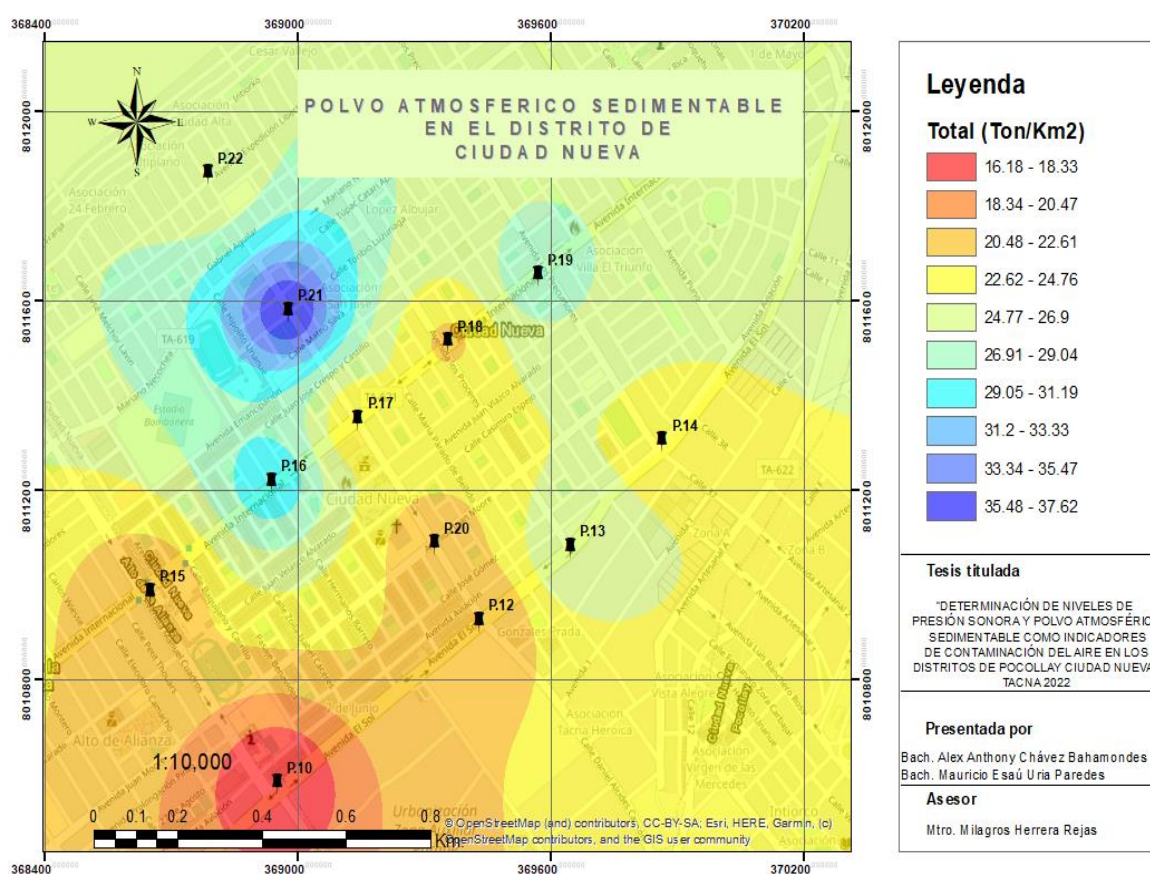
Tabla 7 (continuación)

P.21	Av. Daniel Alcides Carrion(cruce con calle Toribio Luzuriaga)	368977	8011576	37,63
P.22	Av. Daniel Alcides Carrion(cruce con Av. Expedicion Libertadora)	368786	8011866	25.00

En la tabla 7 se muestra todos los valores de PAS obtenidos para los puntos de monitoreo en las principales avenidas del distrito de Ciudad Nueva los cuales superan el valor guía de la OMS (5 toneladas/km²/mes).

Figura 10

Mapa de calor de PAS del distrito de Ciudad Nueva



En la figura 10 se muestra el mapa de calor de PAS del distrito de Ciudad Nueva como se puede observar los resultados obtenidos sobrepasan los valores guía de la OMS (5 toneladas/km²/mes). De acuerdo a lo que se muestra en el mapa de calor para PAS en el distrito de Ciudad Nueva los puntos de mayor concentración se ubican en la Av. Daniel Alcides Carrión: cruce con calle Toribio Luzuriaga (punto de monitoreo P.21), en la Av. Internacional: cruces con la calle Hermanos Barreto (punto de monitoreo P.16), en el cruce con Av. Los Precursores, esquina del paradero (punto de monitoreo P.19).

Los valores para la concentración de PAS en esta zona están en el rango de 29,05 a 37,62 ton/km²/mes.

Mientras que los puntos de menor concentración se ubican en Av. El Sol: cruce con la Av. Manuel Cuadros (punto de monitoreo P.10), en el cruce con la Av. Daniel Alcides Carrión (punto de monitoreo P.12); en la Av. Internacional: cruce con la av. Manuel Cuadros, esquina inferior de la IE Mariscal Cáceres (punto de monitoreo P.15) y en la Av. Daniel Alcides Carrión: cruce con la Av. Juan Moore, frente a la esquina del centro de salud de Ciudad nueva (punto de monitoreo P.20). Los valores para la concentración de PAS en esta zona están en el rango de 16,18 a 20,47 ton/km²/mes.

4.2 Niveles de presión sonora

Se monitorearon 11 puntos de los cuales los 6 puntos para el distrito de Pocollay se tomaron los mismos del monitoreo de PAS y para los 5 puntos del distrito de ciudad nueva se cambiaron 2 puntos de los puntos del PAS debido a la consideración de fuentes de ruido más impactantes.

Tabla 8

Resultados de monitoreo de ruido del distrito de Pocollay

Estación de Monitoreo	Ubicación	Coordenadas UTM	Periodo diurno		ECA dBA	dBA Leq	dBA máx	dBA mín
			Hora					
P.2	Av. Circunvalación Sur (a las afueras de FAING)	0370113 8008730	11:27		50	67,1	75,4	53,9
			16:41			70,8	83,1	55,7
P.3	Av. Circunvalación Sur (a las afueras de FACEM)	370328 8008854	10:14		50	72,7	72,8	72,5
			17:22			72,6	85,8	52,0
P.24	Av. Francisco de Zela (frente a la bodega Santa Elena)	0370704 8009693	09:25		60	64,4	79,3	44,1
			16:42			68,4	83,3	51,1
P.25	Av. Francisco de Zela (entre la plaza y la municipalidad)	0370841 8009829	10:14		60	65,7	79,6	51,6
			14:35			64,5	80,2	42,2
P.6	Av. Celestino Vargas (altura del restaurante el hueco, frente a la virgen)	0371454 8010591	08:50		60	67,1	79,3	45,4
			16:23			68,5	80,3	49,1
P.7	Av. Celestino Vargas (más abajo del grifo Chimba, frente al local Camino verde)	0371702 8010738	08:14		60	73,0	88,4	54,3
			16:59			71,5	86,9	47,3

En la tabla 8 se muestra todos los valores de nivel de presión sonora continuo equivalente (dBAeq) obtenidos para los puntos de monitoreo en las principales avenidas del distrito de Pocollay durante el periodo diurno los cuales superan los ECA de ruido incumpliendo la norma, representado en la figura 11.

Los puntos de monitoreo P.2 y P.3 corresponden a una zona mixta en la cual se dio prioridad a la zona de protección especial debido a que estos puntos se ubicaron a las afueras de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Empresariales de la UPT.

Los puntos de monitoreo P.24, P.25, P.6 y P.7 corresponden a una zona mixta en la cual se dio prioridad a la zona residencial debido a que estos puntos se ubicaron en avenidas con presencia de viviendas urbanas.

Figura 11

Mapa de calor de ruido del distrito de Pocollay (dBA Leq)

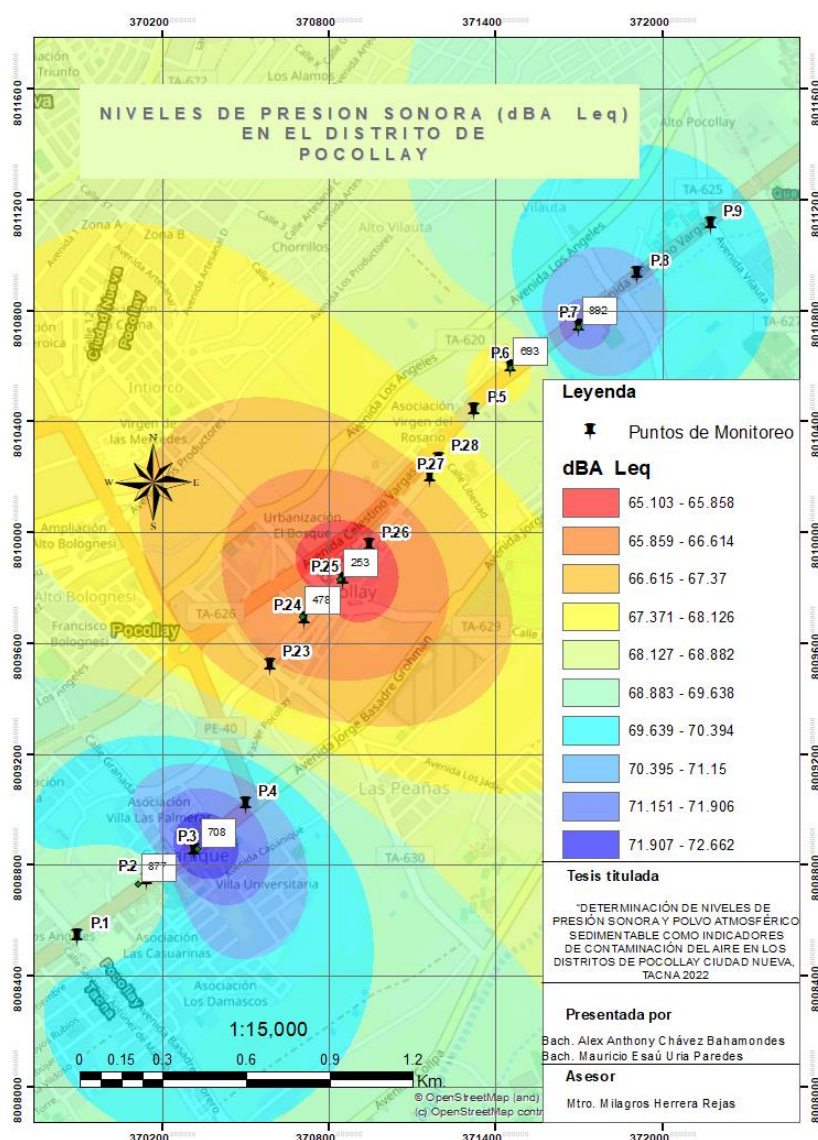


Tabla 9*Resultados de monitoreo de ruido del distrito de Ciudad Nueva*

Periodo diurno							
Estación de Monitoreo	Ubicación	Coordenadas UTM	Hora	ECA dBA	dBA Leq	dBA máx	dBA mín
P.11	Av. El Sol (Alt. cuadra 9 frente al grifo El Sol)	369264 8010810	07:01	60	70,9	85,1	54,7
			15:12		71,1	86,1	54,8
P.13	Av. El Sol (Alt. cuadra 14 cruce con av. Los Proceres)	369635 8011076	07:45		69,2	84,7	54,2
			15:50		67,3	81,1	51,2
P. Colegio I.E. Mariscal Cáceres	AV. Internacional (esquina superior de la I.E. Mariscal Cáceres)	368736 8011047	07:02	50	70,9	85,5	58,2
			15:02		70,1	84,7	55,2
P. 18	AV. Internacional (altura de la Pollería Chambi y cruce con Av. Los proceres)	369357 8011515	07:46		72,8	90,0	54,4
			15:43		67,2	83,2	53,5
P. PLAZA	C. Daniel Alcides Carrión (entre la plaza y la posta de Ciudad Nueva)	369250 8011186	08:01	60	65,4	81,2	47,8
			15:38		61,8	75,0	48,4

En la tabla 9 se muestra todos los valores de nivel de presión sonora continuo equivalente (dBAeq) obtenidos para los puntos de monitoreo en las principales avenidas del distrito de Ciudad Nueva durante el periodo diurno los cuales superan los ECA de ruido incumpliendo la norma.

Todos puntos de monitoreo corresponden a una zona mixta en la cual se dio prioridad a la zona residencial debido a que estos puntos se ubicaron en avenidas con presencia de viviendas urbanas. El punto de monitoreo P. Colegio I.E. Mariscal Cáceres corresponden a una zona mixta en la cual se dio prioridad a la zona de protección especial debido a que este punto se ubicó a las afueras de la Institución educativa Mariscal Cáceres, donde se pueden observar en la figura 12.

Figura 12

Mapa de calor de ruido del distrito de Ciudad Nueva (dBA Leq)

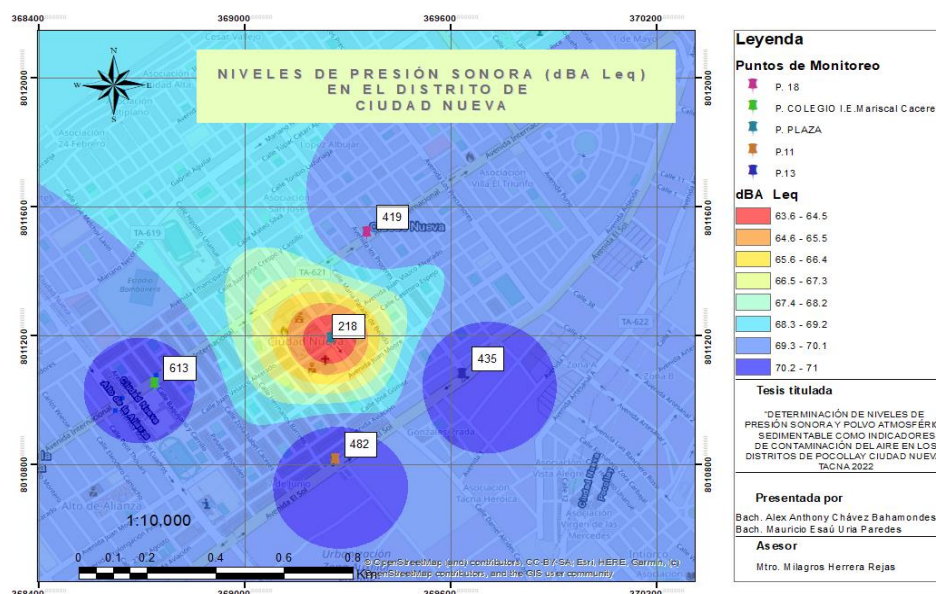


Tabla 10

Cuadro comparativo de concentración de polvo atmosférico sedimentable: Pocollay y Ciudad Nueva

Pocollay			Ciudad Nueva		
Punto	Ton/km ² /mes	OMS	Punto	Ton/km ² /mes	OMS
P.1	17,97		P.10	16,17	
P.2	26,55		P.11	3,40	
P.3	23,45		P.12	20,52	
P.4	36,39		P.13	26,81	
P.5	8,69		P.14	24,18	
P.6	11,47		P.15	20,88	
P.7	10,57		P.16	30,69	
P.8	7,15		P.17	23,06	
P.9	7,19	5Ton/km ² /mes	P.18	22,21	
P.23	39,45		P.19	28,17	
P.24	38,15		P.20	21	
P.25	31,87		P.21	37,63	
P.26	4,54		P.22	25	
P.27	6,06				
P.28	8,76				
PROMEDIO	18,55		PROMEDIO	23,06	5Ton/km ² /mes

En la Tabla 10 se puede evidenciar la concentración de polvo atmosférico sedimentable de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, siendo la concentración más alta promedio en el distrito de Ciudad Nueva; cabe resaltar que ambas concentraciones sobrepasan los niveles de la guía de PAS de la OMS.

Tabla 11

Cuadro comparativo de Niveles de presión sonora: Pocollay y Ciudad Nueva

Comparativo: Niveles de presión sonora					
Pocollay			Ciudad Nueva		
Punto	dBALeq	ECA RUIDO	Punto	dBALeq	ECA RUIDO
P.11	70,9	60dBALeq	P.2	67,1	50dBALeq
	71,1			70,8	
P.13	69,2		P.3	72,7	
	67,3			72,6	
P. COLEGIO	70,9	50dBALeq	P.24	64,4	60dBALeq
	70,1			68,4	
	72,8		P.25	65,7	
	67,2			64,5	
P. PLAZA	65,4	60dBALeq	P.6	67,1	60dBALeq
	61,8			68,5	
			P.7	73	
				71,5	
PROMEDIO	68,7		PROMEDIO	68,9	

En la Tabla 11 se puede los niveles de presión sonora de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, siendo los niveles más altos promedio en el distrito de Ciudad Nueva; cabe resaltar que ambos niveles de presión sonora sobrepasan los valores de los estándares de calidad ambiental para ruido (50 dBALeq).

4.3. Pruebas estadísticas

4.3.1. Prueba de normalidad

4.3.1.1. Prueba de normalidad de Polvo atmosférico sedimentable

Prueba de hipótesis

Ho = Los datos del cuestionario siguen una distribución normal.

Valor Sig. > 0,05

H_1 = Los datos del cuestionario no siguen una distribución normal.

Valor Sig. < 0,05

Como el valor Sig. de los datos de las muestras son mayores de (0,05) entonces se acepta la H_0 , lo cual significa que los datos se adecúan a una distribución normal, en tal sentido procede la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas.

Tabla 12

Prueba de normalidad de Polvo atmosférico sedimentable

Muestras	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pocollay	0,880	12	0,088
Ciudad Nueva	0,939	12	0,479

4.3.1.2. Prueba de normalidad de Presión sonora

Prueba de hipótesis

H_0 = Los datos del cuestionario siguen una distribución normal.

Valor Sig. > 0,05

H_1 = Los datos del cuestionario no siguen una distribución normal.

Valor Sig. < 0,05

Como el valor Sig. de los datos de las muestras son mayores de (0,05) entonces se acepta la H_0 , lo cual significa que los datos se adecúan a una distribución normal, en tal sentido procede la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas.

Tabla 13

Prueba de normalidad de Presión sonora

Muestras	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pocollay	0,918	10	0,339
Ciudad Nueva	0,921	10	0,361

Dado que ambas variables, muestran que tienen una distribución tendiente a la normalidad; en este caso, el análisis para comparar se aplicará la prueba de T-Student.

4.3.2. Prueba inferencial

4.3.2.1. Comprobación de hipótesis para polvo atmosférico sedimentable

H₀: No será posible comparar las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva con los valores y guías de la Organización mundial de la salud, Tacna – 2022.

H₁: Será posible comparar las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva con los valores y guías de la Organización mundial de la salud, Tacna – 2022.

a) Nivel de significancia

$$(t) = 5\% = 0,05$$

b) Estadístico de prueba

T-Student

c) Comparación T-Student

Tabla 14

Prueba de T-Student para PAS

Comparación PAS				
			Pocollay	Ciudad Nueva
T- Student		t	1,000	5,557
	Pocollay	Sig.	.	0,000
		N	14	14
		t	15,223	1,000
	Ciudad Nueva	Sig.	0,000	.
		N	11	11

Nota. La diferencia entre muestras es significativa en el nivel 0,01.

El valor de t es 5,557 y 15,223, demuestra que existe una diferencia significativa entre las muestras, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0).

d) Toma de decisión

Según los resultados obtenidos, se comprueba, con nivel del 95% de confianza, que se es posible comparar las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva con los valores y guías de la Organización mundial de la salud, Tacna – 2022, en ambos casos sobrepasando los niveles de la OMS.

4.3.2.2. Comprobación de hipótesis para presión sonora

H₀: No se logrará comparar los niveles de presión sonora de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y ciudad nueva con el estándar nacional de calidad ambiental para ruido, Tacna – 2022.

H₁: Se logrará comparar los niveles de presión sonora de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y ciudad nueva con el estándar nacional de calidad ambiental para ruido, Tacna – 2022.

a) Nivel de significancia

$$(t) = 5\% = 0,05$$

b) Estadístico de prueba

T-Student

c) Comparación T-Student

Tabla 15

Prueba de T-Student para Ruido

Comparación PAS				
			Pocollay	Ciudad Nueva
T- Student	Pocollay	t	1,000	74,744
		Sig.	.	0,000
	N	11	11	
	Ciudad Nueva	t	66,091	1,000
		Sig.	0,000	.
		N	11	11

(Continua)

Tabla 15 (continuación)

Nota. La diferencia entre muestras es significativa en el nivel 0,01.

El valor de t es 74,744 y 66,091, demuestra que existe una diferencia significativa entre las muestras, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0).

d) Toma de decisión

Según los resultados obtenidos, se comprueba, con nivel del 95% de confianza, que se es posible comparar los niveles de presión sonora de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y ciudad nueva con el estándar nacional de calidad ambiental para ruido, Tacna – 2022, en ambos casos sobrepasando niveles del ECA-Ruido.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Para niveles de presión sonora, según Meza y Sedano, 2021. Los resultados de los niveles de presión sonora fueron los siguientes: El nivel de ruido promedio de Túpac Amaru fue de 64,98 dB y en la Plaza de Santa Ana se obtuvo un nivel de ruido similar de 58,68 dB, pudiendo concluirse que los parques y plazas mencionados superan los estándares de calidad ambiental (ECA=50 dB) con otros Parques y plazas son diferentes, no se supera el ruido de ECA-Áreas de Protección Especial, también se puede comprobar que la zona menos ruidosa es la Plaza San Cristóbal con un nivel de ruido de 33,7 dB, es una valoración de ruido de categoría especial ECA; en la presente investigación se realizó la evaluación en relación al ECA de ruido para categoría residencial (ECA=60dB), teniendo como resultados en el distrito de Pocollay, siendo las más relevantes la Av. Francisco de Zela (a 50metros hacia arriba de la bodega Santa Elena) con un valor de 64.4dB y en la Av. Celestino Vargas (frente al grifo Chimba) con un valor de 73.0dB; en el distrito de Ciudad Nueva, siendo las más relevantes la C. Daniel Alcides Carrión (entre la plaza y la posta de ciudad nueva) con un valor de 61.8dB y en la AV. Internacional (altura de la pollería Chambi y cruce con av. Los Próceres) con un valor de 72.8dB, en ambos casos sobrepasando los estándares de calidad ambiental para ruido.

Para polvo atmosférico sedimentable, en la investigación de Méndez y Moran, 2020. Se tuvo como resultado del 1 mes el punto de muestreo que presentó mayor concentración de PAS (16,54 mg/cm²/mes) estaba ubicado cerca de la fábrica Ladrillos Maxx; en el 2 mes, el punto de gran concentración (15.491 mg/cm²/mes) fue durante la construcción del centro comercial Polvos Rosados. Estos valores superan las pautas de la (OMS) de 0,5 mg/cm²/mes, en la presente investigación se tomó en cuenta el valor de la guía 5 ton/km²/mes, teniendo como resultados en el distrito de Pocollay: En la Av. Francisco de Zela (cruce de la Calle Bugarvillas) un valor de 39,45 ton/km²/mes sobrepasando el valor establecido por la OMS mientras que en la Av. Francisco de Zela (a 50metros hacia arriba de la bodega Santa Elena) con un valor de 4,54 ton/km²/mes; y en el distrito de Ciudad Nueva: En la Av. Daniel Alcides Carrión (cruce con calle Toribio Luzuriaga) con un valor de 37,63 ton/km²/mes y en la Av. El Sol (cruce con la Av. Manuel Cuadros) con un valor de 16,17 ton/km²/mes, sobrepasando los valores establecidos por la OMS. Cabe resaltar que no se tomó en cuenta el punto 11, debido a que el colector pasivo fue movido de su lugar.

CONCLUSIONES

Se pudo determinar los niveles de presión sonora y polvo atmosférico sedimentable como indicadores de contaminación de aire en los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva de la ciudad de Tacna, donde, en ambos casos sobrepasan los valores tanto del ECA para ruido (50 dB) como los valores de la guía para PAS de la Organización Mundial de la Salud, cumpliendo con el objetivo general de investigación.

Se logró determinar los niveles de presión sonora en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, siendo los niveles de presión sonora en el distrito de Pocollay como mínimo 42,2 dB y como máximo 88,4 dB; y en el distrito de Ciudad Nueva como mínimo 47,8 dB y como máximo 90 dB, haciendo todos ellos una ponderación superior a 60 dB y sobrepasando los 50 dB para las zonas de protección especial donde se localizan las instituciones educativas, incumpliendo el ECA de ruido.

Se logró evaluar la concentración de polvo atmosférico sedimentable en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, siendo la concentración de polvo atmosférico sedimentable (PAS) en el distrito de Pocollay como mínimo 4,54 Ton/km² y como máximo 39,45 Ton/Km²; en el distrito de Ciudad Nueva como mínimo 16,17 Ton/km² y como máximo 37,63 Ton/Km².

Se logró comparar los niveles de presión sonora de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva con el estándar nacional de calidad ambiental para ruido, siendo todos mayores a los 50 dB que establece la norma para zonas de protección especial y 60 dB para las zonas mixtas, por ende, las exposiciones a estos niveles de presión sonora sobrepasan los valores establecidos en los estándares de ECA ruido.

Se logró comparar las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva con los valores y guías de la Organización mundial de la salud, comparando los resultados se pudo evidenciar que, en el distrito de Pocollay se monitorearon 15 puntos, de los cuales 14 sobrepasan los valores de la guía de la OMS(>5 ton/km²/30días) y 1 punto es menor que el valor de la guía de la OMS; por otro lado, en el distrito de Ciudad Nueva se monitorearon 13 puntos, los cuales, todos ellos sobrepasan el valor de la guía de la OMS.

RECOMENDACIONES

Realizar futuras investigaciones y monitoreos con respecto a la calidad de aire en los todos los distritos de la ciudad de Tacna, debido a los escasos datos e investigaciones presentes en la ciudad, con la finalidad de que exista mayor información con respecto a los contaminantes presentes en el aire y contribuyan a investigaciones futuras.

Se recomienda a las personas que realizaran el monitoreo, cumplir los tiempos exactos de la medición de ruido, así como el cumplimiento del protocolo para la medición de niveles de presión sonora con sonómetro.

Se recomienda al investigador tener cuidado en el proceso de secado y pesado de las muestras de PAS, para evitar pérdidas y alteren los resultados.

Se recomienda al investigador realizar este trabajo en una época de bajas precipitaciones y/o intensidad solar, ya que evita cambios en el peso de la muestra por presencia o evaporación de partículas de agua.

Se recomienda incentivar a las municipalidades realizar propuestas de diseños de biofiltros en base a investigaciones acerca de la eficiencia de biofiltros para monitorear contaminantes comunes en el aire, el cual son métodos económicos de implementar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avilés, L., & Perera, M. (2017). *Manual de Acústica Ambiental y Arquitectónica*. Madrid: Paraninfo S.A.
- CEPIS. (2005). *Guías para la calidad del aire*. Lima.
- Chávez, P. (2018). *Contaminación del aire por material particulado sedimentable en la zona urbana de Huánuco de agosto a octubre del 2016*. Huánuco: UNAS.
- Chipoco, J., & Valencia, A. (2015). *Polvo Atmosférico Sedimentable (CSS)*. Lima: UNAM.
- Chura, J. (2021). *Medición de la Presión Sonora del Parque Automotor en los Centros Comerciales del distrito Alto de la Alianza, Tacna*. Tacna: UPT.
- Coaquira, K. (2021). *Evaluación de la concentración de polvo atmosférico sedimentable y los niveles de ruido ambiental para determinar el impacto que tuvo la crisis del COVID-19 en el centro de la ciudad de Tacna, 2021*. Tacna: UPT.
- Condoy, E., & Minga, D. (2021). *Evaluación del potencial arbóreo para la retención de polvo atmosférico en la zona urbana de la ciudad de Cuenca*. Universidad del Azuay.
- Delgadillo, M., & Pérez, J. (2018). *Evaluación de contaminación sonora vehicular en el centro de la ciudad de Tarapoto, San Martín, 2015*.
- García, E. (2019). *Estudio de los niveles de ruido que se generan en los centros comerciales y sus lineamientos de mitigación en la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque, enero- junio 2017*. Lima: UNPRG.
- García, H. (2017). *Estudio de los niveles de ruido que se generan en los centros comerciales y sus lineamientos de mitigación en la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque, Enero – Junio 2017*. Chiclayo.
- González, A. (2015). *La importancia del control de la contaminación por ruido en las ciudades*. México: Universidad Autónoma de Yucatán.
- GreenFacts. (2016). *Decibelio*.
- Herrera, G. (2018). *Análisis correlacional de datos de MP10 y partículas sedimentables, su composición fisicoquímica y mineralógica, en la zona norte de la ciudad de Bogotá*. Bogotá: ULS.
- Hueso, M. (2015). *Construcción al estudio de las técnicas de medición del nivel sonoro en distritos escenarios urbanos*. Valencia: UPV.

- Ludeña, P. (2018). *Niveles de Ruido Ambiental en la Ciudad de Cajamarca y Afectación en la Salud Humana*. Cajamarca: UNC.
- Méndez, A., & Morán, V. (2020). *Evaluación de la concentración de Polvo Atmosférico sedimentable en el área de influencia directa de la zona industrial del mercado de Tacna 2020*. Tacna: UPT.
- Merma, L., & Miranda, J. (2017). *Evaluación de la Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y Material Particulado (Pm2.5, Pm10) para la Gestión de la Calidad del Aire 2017 en la Ciudad de Tacna*. Tacna: UPT.
- Meza, I., & Sedano, P. (2021). *Evaluación de los niveles de presión sonora generados por el parque automotor en las plazas y parques de la ciudad de Huancavelica, 2020*. Huancavelica: UNH.
- MINAM. (2014). *Gestión de la Calidad de Aire*. Lima.
- MINAM. (2020). *Calidad de aire*.
- MINAM. (2021). *Plan de acción para el mejoramiento de la calidad de aire de Lima y Callao, 2021-2025*. Lima.
- Miyara, F. (2018). *Niveles Sonoros*. Argentina: UNR.
- Motocanche, D. (2019). *Evaluación de la influencia de las condiciones meteorológicas en los niveles de material particulado PM10 y PM2.5 en la construcción del Hospital Hipólito Unanue*. Tacna.
- NTP-ISO1996-2:2008. (2020). *Acústica: Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental II*.
- NTP-ISO1996-1:2007. (2017). *Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental*.
- OMS. (2004). *Guías para el Ruido Urbano*. Ginebra.
- OMS. (2005). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*.
- OMS. (2016). *Contaminación del aire ambiente (exterior)*.
- OMS. (2018). *Contaminación atmosférica*.
- OMS. (2021). *Calidad del aire ambiente*.
- Ponce, A. (2021). *Propuesta de diseño de un biofiltro como alternativa para medir material particulado sedimentable en el barrio tercer piso - Esmeraldas*. Guayaquil: UAE.

- Rodríguez, C. (2016). *El problema de la contaminación acústica en nuestras ciudades: evaluación de la actitud que presenta la población juvenil de grandes núcleos urbanos: en el caso de Zaragoza*. España - Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Rosales, J. (2017). *Efectos de la contaminación sonora de los vehículos motorizados terrestres en los niveles de audición de los pobladores de la localidad de Santa Clara – Ate 2017*. UCV.
- Sandoval, H. (2000). *Contaminación y contaminantes, aspectos científicos, teóricos y prácticos*. Lima: H.S.L.
- Seoánez, M. (2001). *Tratado de Gestión del Medio Ambiente Urbano*. Madrid: Mundi-Prensa.
- SICA. (2021). *Conceptos Básicos del ruido ambiental*.
- Vaisala. (2019). *Humedad relativa: Qué es y por qué es importante controlarla*. SECOIN.

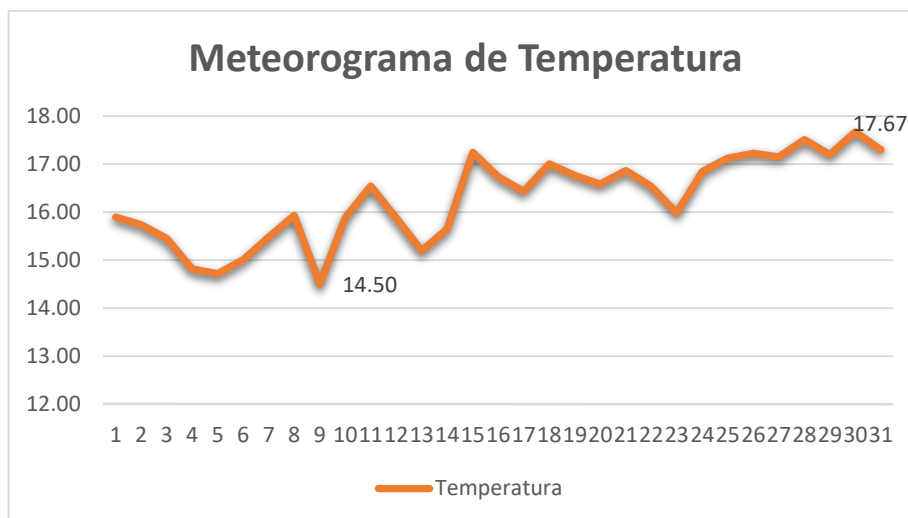
ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA Y POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE COMO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LOS DISTRITOS DE POCOLLAY Y CIUDAD NUEVA, TACNA 2022.

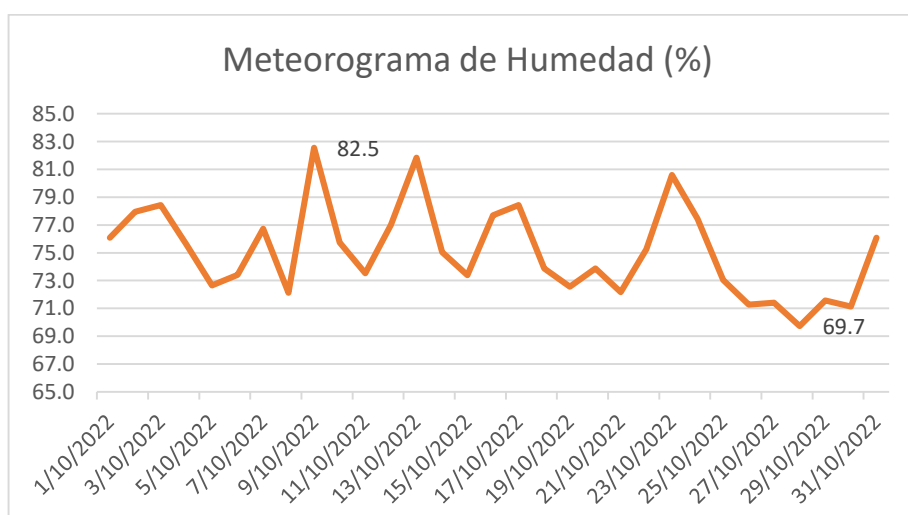
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿Cuáles son los niveles de presión sonora y polvo atmosférico sedimentable como indicadores de contaminación de aire en los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna - 2022?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar los niveles de presión sonora y polvo atmosférico sedimentable como indicadores de contaminación de aire en los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna – 2022.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>¿Será posible determinar los niveles de presión sonora y polvo atmosférico sedimentable como indicadores de contaminación de aire en los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna – 2022?</p>	<p>Variable 1</p> <p>Niveles de Presión Sonora</p>	<p>Nivel sonoro en decibeles</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investigación descriptiva <p>Nivel de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparativa - Cuantitativa - Aplicativa
<p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuáles son los niveles de presión sonora en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna - 2022?</p> <p>¿Cómo se evaluará la concentración de polvo atmosférico sedimentable en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna - 2022?</p> <p>¿Cuál es la comparación de los niveles de presión sonora de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva con el estándar nacional de calidad ambiental para ruido, Tacna - 2022?</p> <p>¿Cuál es la comparación de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva con los valores y guías de la Organización mundial de la salud, Tacna - 2022?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar los niveles de presión sonora en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva.</p> <p>Evaluar la concentración de polvo atmosférico sedimentable en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva.</p> <p>Comparar los niveles de presión sonora de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva con el estándar nacional de calidad ambiental para ruido.</p> <p>Comparar las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva con los valores y guías de la Organización mundial de la salud.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>¿Será posible determinar los niveles de presión sonora en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna – 2022?</p> <p>¿Se podrá evaluar la concentración de polvo atmosférico sedimentable en las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva, Tacna – 2022?</p> <p>¿Se logrará comparar los niveles de presión sonora de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva con el estándar nacional de calidad ambiental para ruido, Tacna – 2022?</p> <p>¿Será posible comparar las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable de las principales avenidas de los distritos de Pocollay y Ciudad Nueva con los valores y guías de la Organización mundial de la salud, Tacna – 2022?</p>	<p>Variable 2</p> <p>Polvo atmosférico sedimentable</p>	<p>Peso en Ton/km²/mes</p>	<p>Diseño de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - No experimental.

Anexo 2: Variables meteorológicas



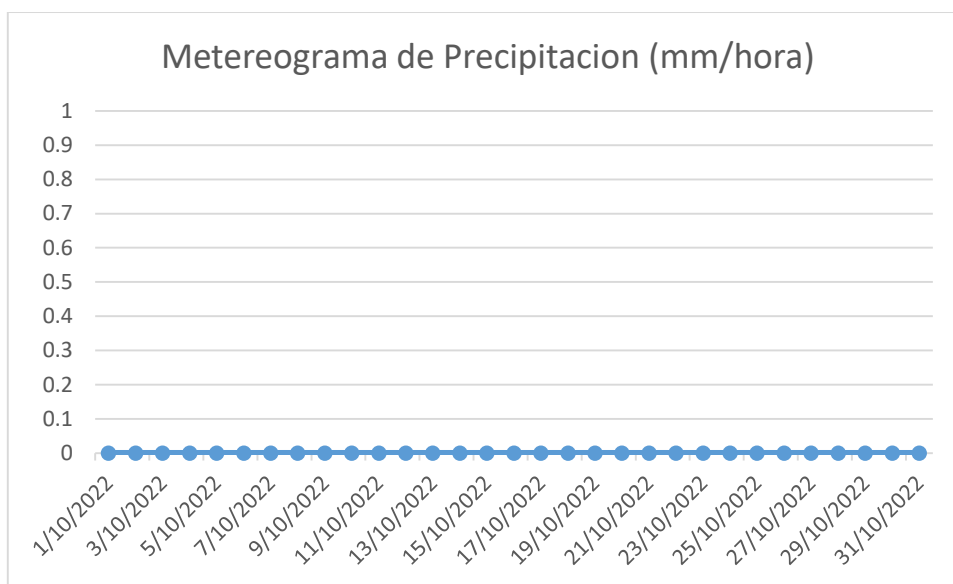
Meteorograma de temperatura correspondiente al mes de noviembre. Nota: Datos tomados de Senamhi Tacna.

El gráfico presenta los datos de temperatura de cada día del mes de octubre. Se puede observar que el rango de temperatura oscila entre los 14,50 y 17,67 grados y también como temperatura promedio mensual 16,29 grados centígrados. El día con mayor temperatura fue el 30 de octubre y alcanzando un valor de 17,67 grados centígrados, mientras que el día con menor temperatura fue el 09 de dicho mes con unos 14,50 grados centígrados.



Meteorograma de humedad correspondiente al mes de octubre. Nota: Datos tomados de Senamhi Tacna.

El gráfico presenta los datos del porcentaje de humedad de cada día del mes de octubre. Se puede observar que los valores de este parámetro son altos durante todo el mes, pues el rango oscila entre el 70 y 80 %, también se estima como promedio aproximado 75% de humedad durante el mes de octubre. El día con mayor humedad fue el 09 de octubre alcanzando un valor de 82%, mientras que el día con menor humedad fue el 28 de dicho mes con 69%.

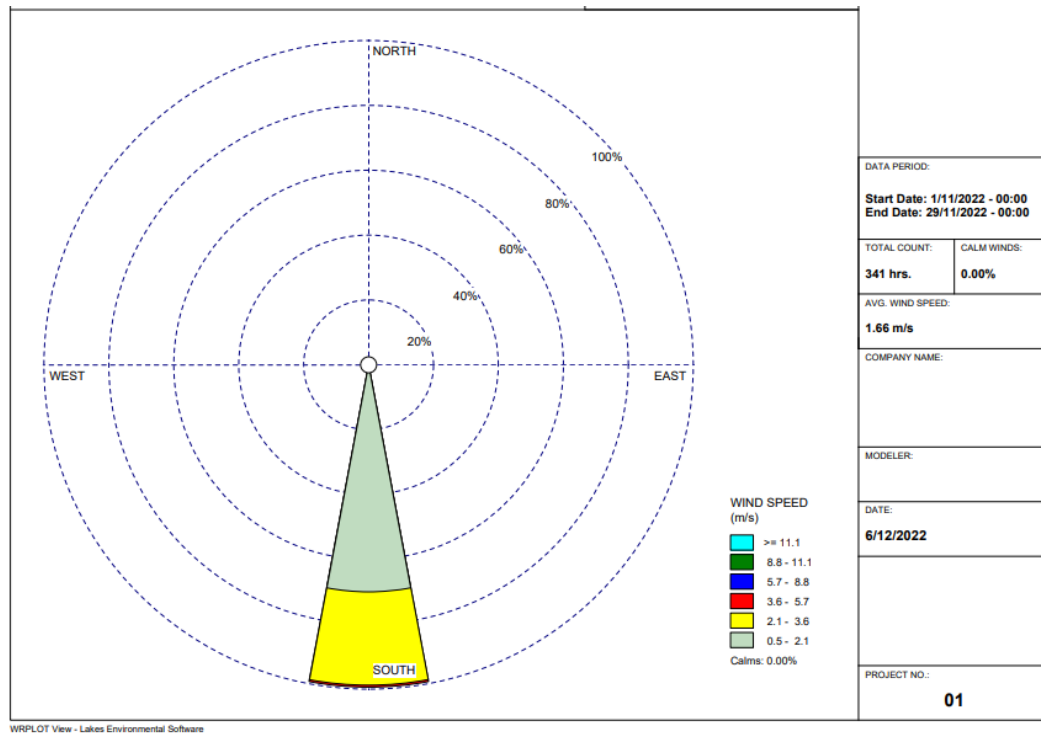


Metereograma de precipitación correspondiente al mes de noviembre. Nota: Datos tomados de Senamhi Tacna.

El gráfico de líneas muestra la precipitación en milímetros por día durante todo el mes de octubre. No hubo precipitación durante el mes.

Anexo 3: Generación de Rosa de Viento

Se generó la rosa de viento con ayuda de los datos meteorológicos del mes de noviembre y con el programa WrPlot Scream.



Rosa de viento-noviembre 2022. Nota: Elaboración propia con WRPLOT Scream.

En el gráfico, la velocidad del viento durante el mes de noviembre fue de 1,66 m/s y se observa que la dirección del viento es de suroeste a noreste. Es evidente que se presentaron bajas unidades de viento durante dicho mes.

Se utilizó como referencia el mes de noviembre ya que en el mes de octubre no se registraron datos de velocidad ni dirección del viento.

Anexo 4: Panel Fotográfico

Elaboración del Colector Pasivo – Pesado de Sulfato de cobre.



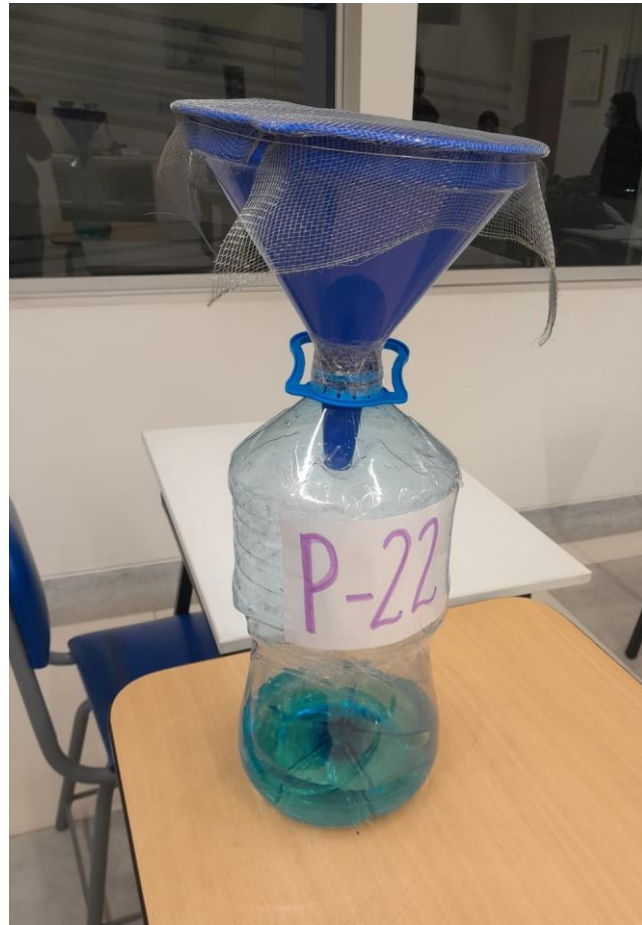
Elaboración del Colector Pasivo – Llenado solución de sulfato de cobre con agua destilada.



Elaboración del Colector Pasivo - Unión y sellado del embudo con el depósito con la solución.



Rotulado para colectores pasivos.



Colectores listos para ser instalados.



Instalación de colectores pasivos - Colectores cubiertos con papel kraft antes de ser instalados.



Instalación de colectores pasivos - Instalación de colector pasivo. Puntos 15.



Instalación de colectores pasivos - Instalación de colector pasivo a 3 metros del suelo. Punto 9.



Instalación de colectores pasivos - Toma de coordenadas in situ luego de la instalación. Punto 20.



**Monitoreo de colectores pasivos - Monitoreo 1ra, 2da, 3ra y 4ta semana
punto 20.**



Retiro de colectores pasivos - Retiro del colector pasivo Punto 13.



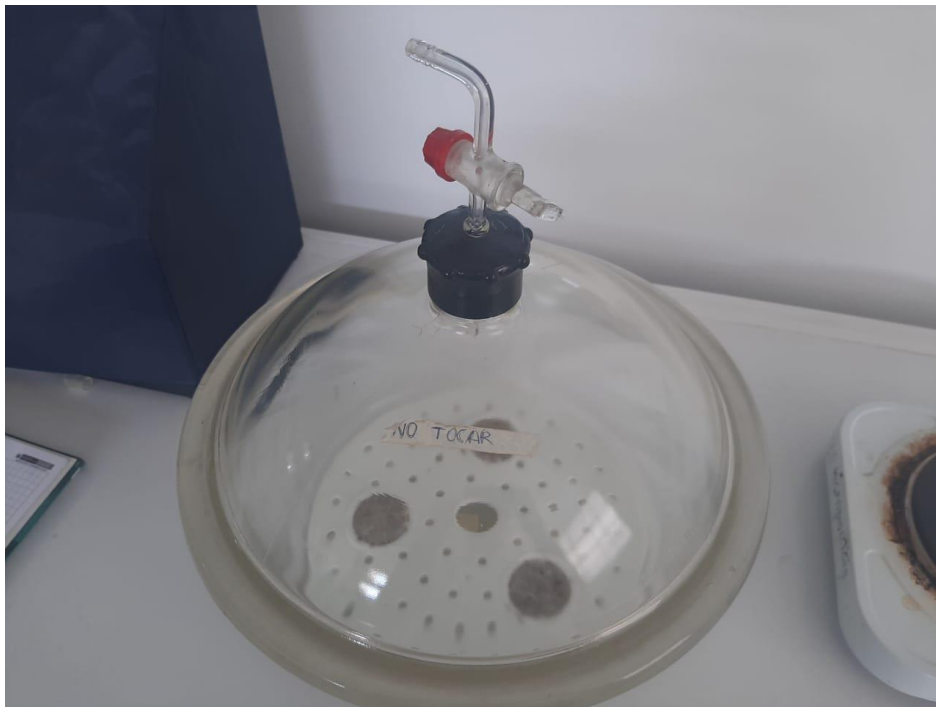
Retiro de colectores pasivos - Envuelto de en papel kraft para evitar pérdidas de muestra en traslado a laboratorio.



En laboratorio - Filtros adaptados para el sistema de filtración.



En laboratorio - Los papeles filtros pasan del sistema de filtros al Desecador por 40min.



En laboratorio - Los papeles filtros pasan al horno en 60c° a 60min.

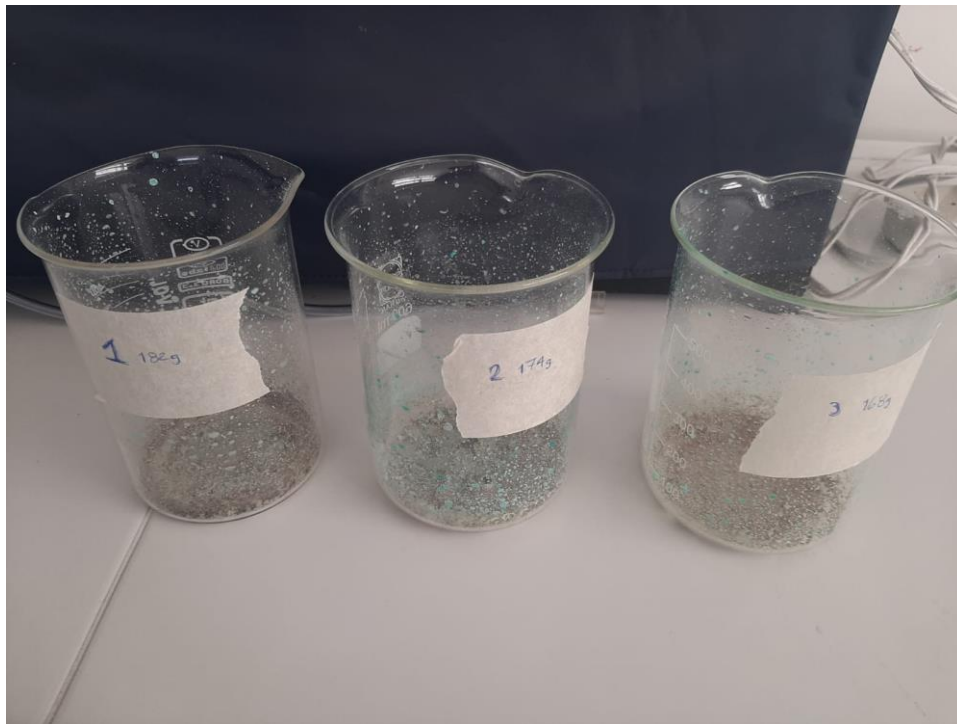


En laboratorio - Pesado de filtros con muestra.



En laboratorio - Solución post filtrado en vasos precipitados previamente pesados y rotulados.



En laboratorio - Resultados finales para pesado.

Panel fotográfico de monitoreo de ruido - Monitoreo de ruido en la Av. El Sol (Ciudad Nueva).



Panel fotográfico de monitoreo de ruido - Monitoreo de Ruido en la Av. Internacional (Ciudad Nueva).



**Panel fotográfico de monitoreo de ruido - Monitoreo de ruido en la Av.
Francisco de Zela (Pocollay)**

