

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



TESIS

**“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”**

**PARA OPTAR:
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

Bach. KYRA ROCÍO COAQUIRA CANLLAHUI

**TACNA – PERÚ
2021**

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

TESIS

**“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”**

Tesis sustentada y aprobada el 23 de Diciembre del 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Dr. RICHARD SABINO LAZO RAMOS

SECRETARIO : MSc. MARISOL MENDOZA AQUINO

VOCAL : Mtra. MILAGROS HERRERA REJAS

ASESOR : Ing. WILLIAMS SERGIO ALMANZA QUISPE

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo **Kyra Rocío Coaquira Canllahui**, en calidad de bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con DNI N° 71070459, declaro bajo juramento que:

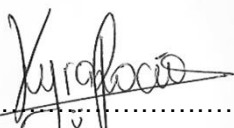
1. Soy autora de la tesis titulada: “*Evaluación de la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y los niveles de ruido ambiental para determinar el impacto que tuvo la crisis del Covid-19 en el centro de la ciudad de Tacna, 2021*”, la misma que presento para optar el *Título Profesional de Ingeniero Ambiental*.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a *La Universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada.

En consecuencia, me hago responsable frente a *La Universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, someténdome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 26 de Septiembre del 2022


.....
Kyra Rocío Coaquira Canllahui
DNI: 71070459

DEDICATORIA

A mis padres, los cuales me brindaron su apoyo de manera incondicional durante la realización de esta tesis. A mis hermanas, por estar siempre presentes y ser mis cómplices en todo, y a mis mascotas, los que están y los que ya no.

Bach. Kyra Rocío Coaquira Canllahui

AGRADECIMIENTO

A todas aquellas personas que me brindaron las facilidades e hicieron posible la realización del presente trabajo de investigación.

Agradezco también a los docentes por haberme compartido sus conocimientos durante mi periodo universitario y durante el proceso de realización de la presente tesis.

Bach. Kyra Rocío Coaquira Canllahui

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1. Descripción del problema.....	15
1.2. Formulación del problema.....	16
1.2.1. Problema General.....	16
1.2.2. Problemas Específicos	16
1.3. Justificación e importancia	16
1.3.1. Justificación Ambiental	16
1.3.2. Justificación Económica.....	17
1.3.3. Justificación Social.....	17
1.4. Objetivos	17
1.4.1. Objetivo General	17
1.4.2. Objetivos Específicos.....	17
1.5. Hipótesis	18
1.5.1. Hipótesis general	18
1.5.2. Hipótesis específicas	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes del estudio	19
2.1.1. Ámbito Internacional	19
2.1.2. Ámbito Nacional	19
2.1.3. Ámbito Local	20
2.2. Marco Legal	21
2.3. Bases teóricas	22
2.3.1. COVID-19.....	22

2.3.1.1. Síntomas de la COVID-19.....	22
2.3.1.2. Propagación de la COVID – 19.....	22
2.3.1.3. Precauciones para reducir la probabilidad de contraer o propagar la COVID-19.....	23
2.3.1.4. Efectos a largo plazo.....	23
2.3.2. COVID-19 en el Perú.....	23
2.3.2.1. Impacto a la economía.....	24
2.3.2.2. Contexto actual del COVID-19 en el Perú.....	25
2.3.2.3. Vacunación contra la COVID-19.....	26
2.3.3. Contaminación Atmosférica.....	26
2.3.3.1. Fuentes de emisión de contaminantes.....	26
2.3.4. Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS).....	27
2.3.4.1. Medición de polvo atmosférico sedimentable.....	28
2.3.5. Sonido.....	28
2.3.6. Ruido.....	28
2.3.6.1. Ruido Ambiental.....	28
2.3.6.2. Tipos de Ruido.....	28
2.3.6.3. Estándares de Calidad Ambiental para Ruido.....	29
2.3.6.4. Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido.....	29
2.4. Definición de términos.....	30
2.4.1. Calidad del aire.....	30
2.4.2. Contaminación Atmosférica.....	30
2.4.3. Contaminación Sonora.....	30
2.4.4. Coronavirus.....	30
2.4.5. Decibeles (dB).....	31
2.4.6. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.....	31
2.4.7. Monitoreo.....	31
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	32
3.1. Tipo y Nivel de la investigación.....	32
3.1.1. Tipo de investigación.....	32
3.1.2. Nivel de investigación.....	32
3.2. Población y/o muestra de estudio.....	32
3.2.1. Población.....	32
3.2.2. Muestra.....	32
3.3. Operacionalización de variables.....	33
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	34

3.4.1. Técnicas para la recolección de datos	34
3.4.1.1. Técnica para la realización del monitoreo Polvo Atmosférico Sedimentable. 34	
3.4.1.2. Técnica para la realización del monitoreo de ruido.	37
3.4.2. Instrumentos para la recolección de datos.....	38
3.4.2.1. Herramientas e instrumentos para monitoreo de aire.	38
3.4.2.2. Herramientas e instrumentos para monitoreo de ruido.	39
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	40
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	41
4.1. Resultados del monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable en el centro de la ciudad de Tacna	41
4.2. Resultados del monitoreo de ruido ambiental en el centro de la ciudad de Tacna	42
4.2.1. Resultados del monitoreo de ruido en el horario diurno	45
4.2.2. Resultados horario nocturno.....	46
4.3. Mapas de monitoreo de ruido.....	47
4.4. Comparación de las concentraciones de PAS antes y durante de la crisis del COVID-19.....	49
4.5. Contraste de Hipótesis	52
4.5.1. Hipótesis planteada	52
4.5.2. Hipótesis planteada	53
4.5.3. Hipótesis planteada	55
4.5.4. Hipótesis planteada	56
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	58
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores guía para concentración de PAS según la OMS.....	27
Tabla 2. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido	30
Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables	33
Tabla 4. Ubicación de las estaciones para monitoreo de PAS.....	35
Tabla 5. Tiempo de monitoreo de Partículas Atmosféricas Sedimentables	35
Tabla 6. Ubicación de las estaciones para monitoreo de ruido.....	37
Tabla 7. Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (mg/cm ² /30 días).....	42
Tabla 8. Resultados de la medición de ruido ambiental.....	43
Tabla 9. Niveles de ruido ambiental del horario diurno.....	45
Tabla 10. Niveles de ruido ambiental del horario nocturno.....	46
Tabla 11. Comparación de la concentración de PAS 2021 y concentración de PAS 2017.....	49
Tabla 12. Comparación de los niveles de ruido ambiental 2018 vs 2021.....	51
Tabla 13. Prueba T para muestras relacionadas: PAS 2017 - PAS 2021.....	53
Tabla 14. Prueba T para muestras relacionadas: ruido 2018 - ruido 2021.....	54
Tabla 15. Prueba T para una muestra: PAS.....	55
Tabla 16. Prueba T para una muestra: ruido.....	56
Tabla 17. Conteo vehicular horario diurno.....	76
Tabla 18. Conteo vehicular horario nocturno.....	76
Tabla 19. Pruebas de normalidad: ruido.....	77
Tabla 20. Prueba de normalidad: PAS.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plan de desarrollo urbano Tacna 2015 – 2025	33
Figura 2. Mapa de ubicación para monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable.....	41
Figura 3. Mapa de ubicación para monitoreo de ruido	43
Figura 4. Comparación de los niveles de ruido en el horario diurno con el ECA de ruido	45
Figura 5. Comparación de los niveles de ruido en el horario nocturno con el ECA de ruido	46
Figura 6. Mapa de ruido - Horario diurno.....	47
Figura 7. Mapa de ruido - Horario nocturno	48
Figura 8. Comparación de las concentraciones de PAS 2021 y PAS 2017.....	49
Figura 9. Comparación de los niveles de Presión Sonora LAeqT 2018 y 2021 con ECA de ruido	51

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	66
Anexo 2. Formato de presentación del proyecto.....	68
Anexo 3. Modelo de etiqueta para las placas receptoras.....	72
Anexo 4. Codificación de los dispositivos de muestreo de PAS.....	72
Anexo 5. Pesos registrados de las placas receptoras.....	73
Anexo 6. Certificado de calibración del sonómetro LARSON DAVIS, modelo LxT1.....	74
Anexo 7. Formato de hoja de campo para monitoreo de ruido.....	75
Anexo 8. Conteo vehicular en la zona céntrica de Tacna.....	76
Anexo 9. Pruebas de Normalidad.....	77
Anexo 10. Fotografías del monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable.....	78
Anexo 11. Fotografías del pesaje de las placas receptoras en laboratorio.....	80
Anexo 12. Fotografías del monitoreo de ruido.....	81

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó la evaluación de la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable 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 EM04 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.

Palabras Clave: Polvo atmosférico sedimentable, ruido ambiental, monitoreo

ABSTRACT

In the present research work, the evaluation of the concentration of Sedimentable Atmospheric Dust and monitoring of environmental noise in the center of the city of Tacna was carried out with the objective of identifying if the data obtained exceed the guide value recommended by the World Organization of the Environment. Health (0,5 mg/cm²/30 days) in the case of atmospheric dust, and in the case of noise, identify if they exceed the values established in the National Environmental Quality Standards for noise. For the evaluation of Sedimentable Atmospheric Dust, 04 monitoring stations were placed: Fire Company No. 24 (EM01), C.S. Bolognesi (EM02), intersection of Av. Bolognesi with Av. Pinto (EM03) and SERPOST (EM04), and the receptor plate method was used, the monitoring time at each station was 30 days for two months; the results show that EM03 was the one that presented the highest PAS concentration with 6,71 mg/cm²/30 days and EM01 was where the lowest PAS concentration was recorded with 0,29 mg/cm²/30 days. EM01 does not exceed the guideline value recommended by the WHO, while EM02, EM03 and EM04 do exceed said value. Noise monitoring was carried out at 09 points in the center of the city of Tacna, it was carried out following the National Environmental Noise Monitoring Protocol established by the Ministry of the Environment and a class 1 Model LxT1 Larson Davis sound level meter was used. The highest value of the averages registered was in P03 with 76,1 dBA, while the lowest value of the averages was registered in P04 with 71,6 dBA; all monitored points exceeded the National Environmental Quality Standards for noise. Likewise, the T-Student statistical test was carried out for related samples, through which it was determined that the concentrations of atmospheric dust for the years 2017 and 2021 do not present a statistical difference, having a bilateral significance greater than 0,05; In the same way, with the levels of environmental noise, through the T-Student test we can affirm that between the noise levels of the year 2021 and those registered before the pandemic there is no statistical difference, since having a greater bilateral significance at 0,05 it is considered non-significant.

Key Words: Settleable atmospheric dust, ambient noise, monitoring

INTRODUCCIÓN

La Covid-19 es una enfermedad ocasionada por el nuevo coronavirus conocido como SARS-CoV-2; hasta diciembre del 2019 no se tenía conocimiento de este nuevo virus, el cual, tuvo su origen en China y se propagó rápidamente por el mundo, siendo esa la razón por la que fue declarada como pandemia por la OMS. Hasta la fecha son alrededor de 188 millones los casos positivos a nivel mundial y 4,065,400 el número de personas fallecidas. Con respecto a la vacunación, se han administrado alrededor de 3 mil 417 millones de dosis en total.

En relación a la presente investigación, debemos mencionar también que tanto la contaminación atmosférica como la contaminación acústica son problemas a los que se les debe dar más importancia, no sólo por el daño ambiental que puedan causar, sino también porque pueden ocasionar problemas en la salud pública; la generación de polvo atmosférico puede causar problemas respiratorios, mientras que la exposición al ruido puede causar problemas físicos (dolor de cabeza, hipertensión, fatiga, entre otros) y psicológicos (irritabilidad, histeria, neurosis, entre otros).

El presente estudio se enfoca en la evaluación del ruido ambiental y la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable generados en la zona céntrica de la ciudad de Tacna, con la finalidad de realizar su posterior comparación con estudios realizados antes de la pandemia, de esta manera conoceremos la diferencia que ha habido entre las concentraciones de PAS ($\text{mg}/\text{cm}^2/30$ días) y en cuánto varían los decibeles (dB) entre un escenario sin la realidad problemática del Covid-19 y en una realidad con Covid-19, esta diferencia será el impacto que ha significado la pandemia por SARS-CoV-2.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Toda actividad humana genera un impacto en el ambiente, si bien este impacto puede ser positivo o negativo, el grado de afectación depende mucho del tipo de actividad que realicemos.

Año tras año somos testigos de cómo el planeta se deteriora por las grandes descargas de contaminantes que recibe, ya sean al aire, agua o suelo; las actividades productivas son sin duda alguna el principal causante de este deterioro ambiental, producto de ello tenemos el cambio climático y pese a los esfuerzos de algunos países por combatirlo con políticas, acuerdos, etc.; resulta imposible revertir todo el daño que ya hemos causado.

Si bien es cierto que con el brote del COVID-19 cada país optó por tomar algunas medidas para controlar su propagación y a primera vista resultaban muy beneficiosas para el ambiente, la realidad no es para nada así; como sabemos, una de las principales medidas impuestas en la mayoría de los países fue la del aislamiento social y cese de las actividades productivas, es aquí cuando los niveles de contaminación disminuyen drásticamente en todo el mundo, sin embargo, esas medidas también significaron un gran golpe económico para los sectores productivos, representando pérdidas millonarias; es así como esta crisis sanitaria da paso a una crisis económica, luego de algunos meses cuando se reactivan las actividades productivas en muchos países, las industrias necesitan recuperarse financieramente y de manera rápida, entonces lo hacen de manera nociva para el ambiente puesto que es rápido y económico; de esta manera, la crisis económica podría originar fácilmente una crisis ambiental.

Tal es el caso de China, que fue el primer país en retomar su economía tras la pandemia, y mostró niveles de contaminación del aire que incluso superaban las cifras que tenían antes de la pandemia por Covid-19, esto incluso cuando aún no todos sus sectores económicos habían retomado sus actividades.

Es claro que la realidad del país asiático no es la misma que la de nuestro país o nuestra ciudad, sin embargo, es muy posible que nuestros respectivos sectores económicos adopten un comportamiento similar.

Por otro lado, las consecuencias que pueden causar el polvo atmosférico y el ruido en la salud humana también es un aspecto que merece importancia; la exposición constante a niveles muy elevados de ruido puede causar problemas de estrés,

ansiedad, pérdida de audición, irritabilidad, pérdida de sueño, entre otros; mientras que el polvo atmosférico además de afectar la salud humana causando enfermedades respiratorias como asma, bronquitis, laringitis, etc; también causa daños en la salud de animales, problemas de visibilidad, daña la vegetación y desluce aquellas superficies donde sedimenta. La Organización Panamericana de la Salud señala que alrededor de 7 millones de personas fallecen a causa de la contaminación del aire a nivel mundial.

No sabemos en qué medida Tacna se ha visto afectada ambientalmente frente a la crisis del Covid-19, pero lo que sí sabemos es que las decisiones que se tomen o no se tomen respecto al tema, serán importantes para una recuperación 'limpia', es por esto que resulta necesario contar con un estudio que evalúe aspectos como la actual concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y los niveles de ruido ambiental.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la concentración de polvo atmosférico sedimentable y los niveles de ruido ambiental para determinar el impacto que tuvo la crisis causada por el Covid-19 en el centro de la ciudad de Tacna, 2021?

1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cuál es la concentración de polvo atmosférico sedimentable y niveles de ruido ambiental en el centro de la ciudad, 2021?
- b. ¿Cuál es el impacto generado por la crisis del COVID-19 en el centro de la ciudad de Tacna, 2021?
- c. ¿La concentración de polvo atmosférico sedimentable y los niveles de ruido sobrepasan lo recomendado por la OMS y el ECA ruido respectivamente?

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación Ambiental

Sabemos que debido a las actividades productivas en Tacna se generan alteraciones al ambiente, ya sea en el aspecto de ruido o alteración de la calidad del aire, es bien sabido también que estas alteraciones causan el deterioro ambiental de la ciudad, ya que este problema se ha evaluado y estudiado en diferentes ocasiones por diversos autores en diferentes puntos de monitoreo.

Uno de los mayores problemas a los que se enfrenta Tacna es su parque automotor, este no solo es el causante de niveles de ruido altos, también impacta negativamente a la calidad del aire. Por supuesto, también existen otras actividades que contribuyen al deterioro ambiental de la ciudad.

Si bien es cierto que sabemos cuál era el estado ambiental en el que se encontraba Tacna antes de la pandemia por COVID-19, es importante realizar un estudio que nos revele cuáles son los nuevos niveles en cuanto a la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y ruido ambiental.

1.3.2. Justificación Económica

Tacna es una ciudad comercial con una gran afluencia turística, sin embargo, con las restricciones para controlar la pandemia y el cierre de fronteras, la economía tacneña se ha visto gravemente afectada.

El daño causado a consecuencia de la exposición a estos factores ambientales tiene que ser tratado, lo cual conlleva a un gasto adicional para los afectados.

1.3.3. Justificación Social

La exposición a altos niveles de ruido genera un impacto negativo en la salud de las personas que están expuestas a éste, no solo causando daño fisiológico, ya que también puede incrementar el nivel de irritación, estrés y pérdida de concentración. De la misma manera, elevados niveles en cuanto a la concentración de polvo atmosférico sedimentable afectan considerablemente la salud pública causando problemas respiratorios.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar el impacto que ha tenido la crisis del COVID-19 mediante el monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable y nivel de ruido ambiental en el centro de la ciudad de Tacna, 2021.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Determinar la concentración de polvo atmosférico sedimentable y el nivel de ruido ambiental en el centro de la ciudad, 2021.

- b. Comparar los resultados de esta investigación con estudios previos seleccionados para determinar el impacto generado por la crisis del Covid-19 en el centro de la ciudad de Tacna, 2021.
- c. Determinar si la concentración de polvo atmosférico sedimentable y los niveles de ruido ambiental sobrepasan lo establecido en la OMS y el ECA ruido, respectivamente.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La crisis del Covid-19 ha impactado negativamente sobre la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y los niveles de ruido en la ciudad de Tacna, 2021.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a. La concentración de polvo atmosférico sedimentable y los niveles de ruido ambiental serán mayores con respecto a los registrados antes de la pandemia por Covid-19.
- b. La crisis del Covid-19 ha tenido un impacto negativo sobre el ambiente en el centro de la ciudad de Tacna, 2021.
- c. La concentración de polvo atmosférico sedimentable y los niveles de ruido ambiental exceden valores establecidos por la OMS y el ECA Nacional para ruido respectivamente.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Ámbito Internacional

Corleto & Cortez (2012), realizaron el estudio “Comparación de los métodos de Bergerhoff y placas receptoras para la cuantificación de Polvo Atmosférico Sedimentable”, hicieron un análisis en el que compararon de los resultados obtenidos de las mediciones de PAS; las estaciones de monitoreo fueron ubicadas dentro del Campus de la Universidad de El Salvador. Se utilizaron placas Petri como placas receptoras con una cubierta de vaselina, mientras que para el Método de Bergerhoff utilizaron depósitos de 4L hechos de plástico; en ambos casos los dispositivos son puestos a la intemperie por un periodo de 30 días, una vez recogidas las muestras son llevadas al laboratorio y en su lugar se dejaron otras placas Petri. Los resultados de este estudio fueron comparados con los valores guía establecidos por la OMS (0,5 mg/cm² /30 días). Finalmente, los autores concluyeron que la metodología de Bergerhoff tuvo una concentración mayor en cuanto a la concentración de material particulado.

En la investigación realizada por Saquisilí (2015) titulado “Evaluación de la contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Azogues” se realizó un monitoreo durante los meses de octubre y noviembre del 2014, y enero y febrero del 2015. En este estudio se seleccionaron un total de 52 puntos, el tiempo de medición para cada punto fue de 30 minutos y se llevó a cabo en horarios donde el tráfico vehicular era mayor. Adicionalmente, con los datos obtenidos, se elaboraron mapas acústicos con el Sistema de Información Geográfica (SIG), en estos se pueden identificar que las zonas más afectadas son el Centro, Nor-este y Nor-oeste de la ciudad de Azogues; los alrededores de la Panamericana Sur también se ven afectados, ya que los resultados muestran que los niveles de presión sonora superan los 60 dB.

2.1.2. Ámbito Nacional

En el estudio de Lozano (2013) “Determinación del grado de partículas atmosféricas sedimentables, mediante el método de Muestreo Pasivo, zona urbana – ciudad de Moyobamba, 2012”, se instalaron 15 estaciones de monitoreo aplicando el método de muestreo pasivo, durante 30 días se colocaron placas Petri como placas receptoras durante un periodo total de 3 meses; las zonas monitoreadas en Moyobamba

fueron: Centro, Intermedia y Periferia; en cada una de estas zonas se instalaron 05 estaciones de monitoreo. Los resultados de esta investigación mostraron que las condiciones meteorológicas estaban directamente relacionadas con la generación de partículas sedimentables.

Salas & Barboza (2014) evaluaron los niveles de ruido ambiental del campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza identificando las zonas que generaban mayores niveles de presión sonora y elaboraron mapas de ruido. Se monitorearon las zonas durante dos semanas por la mañana, mediodía y por la tarde. Se determinó que los valores de LA_{eqT} superan lo establecido en el ECA para ruido.

Según la investigación realizada por Ludeña (2018) titulada “Niveles de ruido ambiental en la ciudad de Cajamarca y afectación en la salud humana, 2018.”, en donde se tomaron 20 puntos para el monitorear el ruido ambiental de cada zona, indica que los niveles de ruido ambiental son mayores a lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para ruido y los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud, además se realizó la valoración de cómo es que estos resultados repercutan sobre la salud de la población, y se determinó mediante una matriz de CONESA, que el estrés es el problema más común (-46) en el Mercado San Antonio, seguido por el dolor de cabeza (-48) en el mercado Central.

2.1.3. Ámbito Local

Limache (2011) señala que, debido al incremento del parque automotor en la ciudad de Tacna, los niveles de ruido se encuentran entre los 78 dB(A) y 87 dB(A), significa que sobrepasan los valores establecidos nacional e internacionalmente. Debido a los resultados de las encuestas realizadas se propuso realizar una auditoría ambiental de ruido, de acuerdo al resultado de esta auditoría tomar medidas correctivas.

Yagua (2016) indica en el estudio titulado: “Evaluación de la contaminación acústica en el centro histórico de Tacna mediante la elaboración de mapas de ruido - 2016” que tanto la Av. Bolognesi como la Av. Patricio Meléndez son las vías en las que se registran los niveles de presión sonora más altos. Se determinó que, algunas zonas monitoreadas en este estudio superaron los valores establecidos en el ECA para ruido, además, los datos registrados durante los fines de semana superan los registrados de lunes a viernes.

Miranda & Merma (2017), en su investigación “Evaluación de la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y Material Particulado (PM_{2.5}, PM₁₀) Para la gestión de la calidad del aire 2017 en la ciudad de Tacna”, ubicaron 08 estaciones de

monitoreo de PAS en distintos puntos de la ciudad mediante el método de placas receptoras, los datos fueron recopilados cada 30 días y mostraron una concentración final promedio de 1,07 mg/cm²/30 días en las estaciones de monitoreo, superando los valores guía de la OMS (0,50mg/cm²/30 días). Una vez que fueron identificados los 03 puntos que presentaban la concentración más elevada de polvo atmosférico sedimentable, se monitorearon los parámetros de PM2.5 y PM10.

2.2. Marco Legal

- Constitución Política del Perú [Const]. Art. 2° - Num.22°, *“Todo ciudadano tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para el desarrollo de las personas”*. 29 de diciembre de 1993 (Perú).
- Ley N° 28611. Ley General del Ambiente. 13 octubre, 2005
- Ley N° 31025. Ley que incorpora a la enfermedad causada por el COVID-19 dentro del listado de enfermedades profesionales de los servidores de la salud
- D.S. N° 085-2003-PCM. - Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. 30 de octubre de 2003.
- D.S. N° 044-2020-PCM. Decreto Supremo que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19. 15 de marzo de 2020.
- D.S. N° 080-2020-PCM (se modifica con D.S. 101 y 103-2020). - Decreto Supremo que aprueba la reanudación de actividades económicas en forma gradual y progresiva dentro del marco de la declaratoria de Emergencia Sanitaria Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del COVID-19. 02 de mayo de 2020.
- D.S. N° 094-2020-PCM. - Decreto Supremo que establece las medidas que debe observar la ciudadanía hacia una nueva convivencia social y prorroga el Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del COVID-19. 11 de mayo de 2020
- D.U. N° 026-2020. - Medidas Excepcionales y Temporales para Prevenir la Propagación del Coronavirus (COVID-19). 15 de marzo de 2020.
- D.U. N° 053-2021. Decreto de urgencia que dicta medidas extraordinarias en materia económica y financiera en recursos humanos y formación en salud como respuesta ante la emergencia sanitaria por la COVID-19. 16 de junio de 2021.

- D.U. N° 110-2020. - Decreto de Urgencia que dicta medidas extraordinarias para facilitar y garantizar la adquisición, conservación y distribución de vacunas contra la Covid-19. 10 de setiembre de 2020.
- R.M. 227-2013-MINAM. - Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. 03 de agosto de 2013.
- R.M. N° 095-2020/MINSA. - Plan Nacional de Reforzamiento de los Servicios de Salud y Contención del COVID-19. 18 de marzo de 2020.
- O.M. N° 0011-2019. - Reglamento para la prevención, control y regulación de la contaminación sonora en la Ciudad de Tacna. 25 de octubre de 2019.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. COVID-19

La COVID-19 es una enfermedad causada el virus descubierto recientemente como Coronavirus SARS-CoV-2. El primer brote de esta enfermedad se dio en Wuhan, China, en el mes de diciembre del año 2019. En la actualidad, la COVID-19 se ha convertido en una pandemia (Organización Mundial de la Salud, 2020).

2.3.1.1. Síntomas de la COVID-19.

Entre los síntomas más comunes tenemos cansancio, fiebre y tos; algunas personas también presentan congestión nasal, diarrea, dolor de garganta, dolor de cabeza, ausencia del sentido del gusto u olfato, erupciones cutáneas, conjuntivitis y cambio de color en las extremidades. Normalmente los síntomas son ligeros y se dan de manera gradual.

No todas las personas presentan síntomas, y esto hace que sea la causa principal de su propagación, ya que estas personas aún sin presentar síntoma alguno son capaces de transmitir el virus.

En promedio, el 80% de las personas superan la enfermedad sin problemas mayores; se calcula que la quinta parte de la población infectada presenta un cuadro grave y problemas respiratorios (Organización Mundial de la Salud, s.f.).

2.3.1.2. Propagación de la COVID – 19.

Esta enfermedad se propaga mediante gotículas provenientes de la nariz o la boca de una persona al hablar, toser o estornudar; cuando dichas gotículas caen sobre superficies es muy probable que alguien toque dichos objetos y luego tenga contacto

con sus ojos, boca o nariz; de esta manera las gotículas ingresan al organismo y se puede contraer la enfermedad.

2.3.1.3. Precauciones para reducir la probabilidad de contraer o propagar la COVID-19.

Algunas de las medidas brindadas por la OMS son:

- Lavarse las manos frecuentemente con agua y jabón, de no tener agua y jabón a disposición también es posible utilizar algún desinfectante o alcohol.
- No llevarse las manos a la boca, ojos o nariz
- Evitar en lo posible asistir a lugares concurridos y ambientes cerrados.
- Mantener un distanciamiento de por lo menos un metro de distancia entre persona y persona.
- Al estornudar o toser cubrirse la boca y nariz con el antebrazo.
- De presentar alguno de los síntomas mencionados antes, permanecer en casa y aislarse de los demás miembros de la familia.

2.3.1.4. Efectos a largo plazo.

La Organización Mundial de la Salud (2020) indica que aún después de superada la enfermedad, algunas personas siguen presentando algunos síntomas, estas no necesariamente son personas que han necesitado atención hospitalaria.

La OMS está trabajando en estudios para la determinación del porcentaje de personas que sufren estos efectos a largo plazo.

2.3.2. COVID-19 en el Perú

El 6 de marzo de 2020 fue confirmado el primer caso de COVID-19 en el Perú; cuando el virus se propagó tuvo el nombre de “transmisión comunitaria”, para el 19 de marzo el Gobierno Peruano anuncia el primer fallecido por esta enfermedad.

A medida que pasaban los días, el COVID-19 se propagó por todo el territorio peruano de manera desmedida; es así que, para el 26 de agosto del 2020, según informaba los diarios, el Perú se convirtió en el país con la mayor tasa de mortalidad per cápita en el mundo y se posicionó como el número nueve a nivel mundial en cuanto a muertes totales (Perú21, 2020).

Para el 15 de marzo del 2020, por medio del Decreto Supremo N°044-2020-PCM, el gobierno peruano anunciaba que el Perú entraría en estado de emergencia por

un período de 15 días, esta medida se haría efectiva desde las 00:00 horas del día siguiente (Grupo La República, 2020).

El Perú entró en estado de emergencia por decreto del Gobierno Peruano, y desde el 16 de marzo del 2020 por disposición del Gobierno inició el aislamiento social obligatorio por 15 días. Dichas medidas fueron extendidas continuamente hasta finales del mes de junio. A fines de junio el gobierno peruano declaró el cambio de cuarentena general a aislamiento social focalizado. En el mes de octubre se extendió dicha medida hasta finales del mismo mes, posteriormente, se extendió hasta finales de septiembre, y se incluyeron departamentos y algunas provincias que antes no figuraban. Para el mes de octubre se dio fin a la cuarentena nacional, sin embargo, el estado de emergencia se extendió.

En el mes de enero del 2021 empezó la segunda ola en el país, esto hizo que algunas medidas tomadas al inicio de la pandemia regresen, tal como la inmovilización social los días domingos y el cambio de horario del toque de queda a horarios más prolongados; en otras 10 regiones donde el rebrote tuvo mayor impacto el gobierno decretó que volvieran a una cuarentena total desde el 31 de enero del 2021 hasta el 28 de febrero del mismo año.

Mientras tanto, el estado de emergencia que estuvo vigente hasta el 06 de marzo del 2021, fue ampliado hasta el 02 de septiembre del 2021 mediante el Decreto Supremo 009-2021-SA (Diario Oficial "El Peruano", 2021).

2.3.2.1. Impacto a la economía.

La Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas (s.f.) ha señalado que, debido a las medidas de dispuestas por el gobierno, las actividades productivas no esenciales se detuvieron para detener la propagación del virus, esto produjo que cerca de 7 millones de personas perdieran sus empleos esto acrecentó en un 74,3% la informalidad.

De acuerdo al Instituto Peruano de Economía (2020), el Perú fue el país de Latinoamérica más afectado económicamente. Abril del 2020 fue el mes que tuvo mayor impacto, ya que ese mes el PBI se contrajo 39,9%, en comparación con países como Argentina, Colombia, México, Brasil y Chile, cuyo PBI se contrajo 25,5%, 20,2%, 19,9%, 14,3%, y 14,2% respectivamente.

2.3.2.2. Contexto actual del COVID-19 en el Perú.

2.3.2.2.1. *Influencia de la pandemia sobre el ambiente*

Es verdad que debido a la cuarentena dada a partir de la pandemia por COVID-19 surgió la visible mejoría con respecto a la calidad del aire en muchas ciudades del Perú, dicha mejoría fue más evidente en grandes ciudades como Lima, donde constantemente se anunciaba la mejora en la calidad del aire, y además la disminución de ruido debido a las restricciones de circulación vehicular; puesto que se redujo el uso de hidrocarburos, se redujo también la emisión de gases de efecto invernadero.

Todos estos cambios en la realidad ambiental, como ya se ha mencionado, fue causado a raíz de una estricta cuarentena, sin embargo, a partir de la reactivación económica, los niveles de ruido y la concentración de polvo atmosférico alcanzarían valores similares a los que se registraban antes de la pandemia.

2.3.2.2.2. *Impacto del Covid-19 sobre la salud pública*

Hasta el momento de la presente investigación, el Ministerio de Salud indica que las cifras de COVID -19 en el Perú son las siguientes:

- **Pruebas realizadas** : 15 457 306
- **Casos confirmados** : 2 108 595
 - PCR (+): 623 314
 - Prueba rápida (+): 939 219
 - Prueba antigénica (+): 546 062
- **Fallecidos** : 196 214
- **Letalidad** : 9,31%

Hasta el 01 de agosto del 2021 se registra que 5,529 personas se encuentran hospitalizadas. Se tiene registro que de estos casos el 26 % evolucionan favorablemente, el 62.0 % mantienen una evolución estacionaria y el 12 % evolucionan desfavorablemente.

Si evaluamos los casos positivos según la etapa de vida, los adultos mayores son el grupo más afectado seguido del grupo de adultos, jóvenes, niños y finalmente adolescentes. En relación a los fallecidos según el sexo, se registran que el sexo

masculino ocupa el 63,79%, mientras que el 36,21% son del sexo femenino (Ministerio de Salud, 2021).

2.3.2.3. Vacunación contra la COVID-19.

El 07 de febrero del 2021 llegó al Perú el primer lote de vacunas (300,000 dosis) del laboratorio Sinopharm; el 09 de febrero se inició el proceso de inmunización al personal que labora en primera línea contra el Covid-19. Posteriormente se adquirieron vacunas para la población vulnerable (adultos mayores y personas con comorbilidad); de aquí en adelante se aplicaron las vacunas al resto de la población según grupos etarios (Diario Oficial El Peruano, 2021).

Para llevar a cabo este proceso, el gobierno peruano puso en marcha la *“Campaña Nacional de Vacunación contra la COVID-19: Pongo el hombro por el Perú”*.

El Ministerio de Salud (2021) nos brinda a través de su portal web las siguientes cifras respecto al avance de la inmunización contra el Covid-19 en el Perú:

- Vacunas aplicadas: 13 291 828
- Primera dosis: 8 026 008
- Segunda dosis: 5 265 820
- Vacuna completa: 65,6%

2.3.3. Contaminación Atmosférica

Se denomina contaminación atmosférica al cambio o afectación que sufre el aire, se produce debido a que se emiten una gran cantidad de gases o sustancias dañinas al aire, de tal manera que sobrepase la capacidad de procesamiento natural de la atmósfera para captar estas sustancias, transformarlas, precipitarlas y finalmente depositarlas o diluirlas por acción del viento (Romero, Diego, & Álvarez, 2006).

2.3.3.1. Fuentes de emisión de contaminantes.

a) Fuentes móviles

El parque automotor representa la principal fuente de contaminación atmosférica en el país, el uso de combustibles fósiles para el funcionamiento de los vehículos causa la combustión y la emisión de gases a la atmósfera tales como: dióxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂), plomo (Pb) y material particulado (PM) (Dirección General de Educación, Cultura y Ciudadanía Ambiental, s.f).

b) Fuentes fijas

Entre ellas podemos mencionar:

- Fábricas, minas, ladrilleras
- Comercios y servicios
- Quema de bosques o malezas
- Quema de leña para la cocina
- Causas naturales

2.3.4. Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)

También se le conoce con el nombre de Partículas Atmosféricas Sedimentables, se encuentra formado por partículas sólidas contaminantes cuyo diámetro es igual o mayor a 10 micras ($D \geq 10\mu$), debido a su peso y la gravedad, estas partículas están presentes en la atmósfera por un corto periodo de tiempo, ya que se sedimentan como polvo sobre las superficies (Marcos, Cabrera, Laos, Mamani, & Valderrama, 2008).

El Polvo Atmosférico Sedimentable puede ser de origen natural o antropogénico. Aquellas de origen natural se ocasionan a partir de los flujos de viento sobre la superficie, levantando dichas partículas y transportándolas a otras zonas, los contaminantes atmosféricos de origen antropogénico provienen del desarrollo de actividades productivas como transporte, construcción, minería, entre otros.

En el Perú no existe alguna ley o norma establecida con respecto al polvo atmosférico sedimentable, entonces se toma como referencia lo señalado por la OMS. La Organización Mundial de la Salud, como organismo que establece normas orientadas a mejorar la calidad ambiental y proteger la seguridad sanitaria, indica que el valor máximo recomendado para concentración de PAS es de 0,5 mg/cm²/30 días.

Tabla 1

Valores guía para concentración de PAS según la OMS

Tiempo Promedio	Límite Máximo mg/cm ² /30 días	Método de Monitoreo
30 días	0,5	Placas de vidrio

2.3.4.1. Medición de polvo atmosférico sedimentable.

a) Método de Bergerhoff:

Mediante este método se recogen las partículas atmosféricas sedimentables con ayuda de un equipo colector estándar, este es ubicado a 1,55 – 3 metros de altura desde el nivel del suelo, luego es expuesto a la intemperie por un periodo de 30 ± 2 días, en este tiempo se recoge toda precipitación atmosférica, posterior a ello, son llevados a laboratorio para que sean analizados mediante filtrado, evaporación del agua, secado y pesado

b) Método de placas receptoras

Para este método, se utiliza una placa, al cual se le embadurna con algún adherente sobre la superficie, des esta manera el Polvo Atmosférico Sedimentable quedará sobre esta superficie; los datos requeridos para este método son: peso inicial (W inicial), peso final (W final).

2.3.5. Sonido

Martínez & Peters (2015) definen al sonido como una perturbación en la presión del aire, desde su fuente de generación se mueve tal como una onda expansiva hasta llegar al oído.

2.3.6. Ruido

Podríamos decir que el ruido es el impacto auditivo habitualmente molesto e irritable al oído, este puede generar distintos efectos sobre la salud del individuo, dependiendo del periodo de exposición al mismo o de su intensidad (Martínez & Peters, 2015).

2.3.6.1. Ruido Ambiental.

El ruido ambiental son los sonidos provenientes del ambiente exterior el cual resulta molesto e incluso puede ser nocivo; el ruido ambiental es generado por el desarrollo de las actividades diarias y puede afectar nuestra calidad de vida (Murphy, King, & Rice, 2009).

2.3.6.2. Tipos de Ruido.

Según el Ministerio del Abmiente, los tipos de ruido son:

- **Ruido Continuo o Constante:** Su nivel de presión sonora no experimenta una variación de intensidad significativa durante el tiempo de su observación, de acuerdo a la respuesta lenta del sonómetro, las variaciones de nivel no superan los 5dB durante el periodo de trabajo (8 horas).
- **Ruido no constante:** El nivel de presión sonora varía de intensidad de manera significativa durante el tiempo de su observación, de acuerdo a la respuesta lenta del sonómetro, las variaciones de nivel superan los 5dB durante el periodo de trabajo (8 horas).
- **Ruido Fluctuante:** Es el ruido cuyo nivel de presión sonora cambia constantemente y durante un considerable periodo en el tiempo de su observación.
- **Ruido Intermitente:** Ruido el cual disminuye su nivel de manera súbita de manera que llega a sonar al mismo nivel que el ruido de fondo, esto ocurre en repetidas ocasiones a lo largo de su periodo de observación, el tiempo que presenta un nivel superior al ruido de fondo puede ser de un segundo o más.
- **Ruido de Impulso:** Es el ruido que varía su nivel de intensidad de manera extrema y su duración es menor a un segundo. Este puede ser por ejemplo el sonar de un disparo.

2.3.6.3. Estándares de Calidad Ambiental para Ruido.

Los Estándares de Calidad Ambiental son instrumentos de gestión ambiental y son de gran importancia para evitar y proyectar un plan para controlar la contaminación sonora.

2.3.6.4. Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido.

Estos constituyen los niveles más altos de ruido, estos no deben exceder dichos niveles, ya que, pueden causar daños a la salud humana (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM).

Los estándares tienen como medida el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) tomando en consideración las zonas de aplicación y los horarios.

Tabla 2*Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*

Zona de aplicación	Valores expresados LAeqT	
	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Nota: A cada una de estas zonas le corresponde un nivel de ruido de acuerdo a horarios diurnos y horarios nocturnos.

2.4. Definición de términos

2.4.1. Calidad del aire

Se le denomina como un indicador para conocer el estado del aire, si este se encuentra contaminado o libre de contaminación (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2014).

2.4.2. Contaminación Atmosférica

Acumulación o concentración de sustancias o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso; con efecto nocivo para el ambiente y la salud humana. Pueden ser de origen natural o antropogénico (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, s.f.).

2.4.3. Contaminación Sonora

Es el nivel de ruido presente en los ambientes exteriores o interiores, los cuales puedan tener un efecto negativo sobre la salud humana (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM).

2.4.4. Coronavirus

Es una familia de virus los cuales son capaces de ocasionar problemas de salud leves y graves (Organización Mundial de la Salud, s.f.).

2.4.5. Decibeles (dB)

Los decibeles son las unidades de medida para calcular la intensidad de la presión sonora. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2016)

2.4.6. Estándares de Calidad Ambiental para Aire

Son un referente para la formulación y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental y son de cumplimiento obligatorio que estén a cargo de los responsables de la ejecución de actividades productivas, de extracción y actividades de servicios, estos son fiscalizados por la autoridad competente (Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM).

2.4.7. Monitoreo

se refiere a la evaluación de parámetros para conseguir y registrar datos de manera sistemática acerca de los parámetros que se relacionan o alteran la calidad ambiental (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Nivel de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva, puesto que se analizan y describen las variables en base a la información adquirida en el trabajo de campo sin influir sobre ellas.

3.1.2. Nivel de investigación

El presente trabajo de investigación se acomoda en el nivel aprehensivo, ya que se encuentra dentro de nuestros objetivos el análisis y la comparación de los resultados.

3.2. Población y/o muestra de estudio

3.2.1. Población

Tamayo y Tamayo indica que "La población se precisa como el total del fenómeno en estudio en el que las unidades de población conservan un rasgo en común la cual se estudia y da lugar a los datos de la investigación. En ese sentido, la población de la presente investigación está conformada por la Av. Bolognesi desde la intersección con la Calle Chiclayo hasta la intersección con la Calle Moquegua, adicionalmente dos puntos ubicados en la Av. Dos de mayo, desde la intersección con la calle Cnel. Inclán hasta la intersección con la Calle Hipólito Unanue.

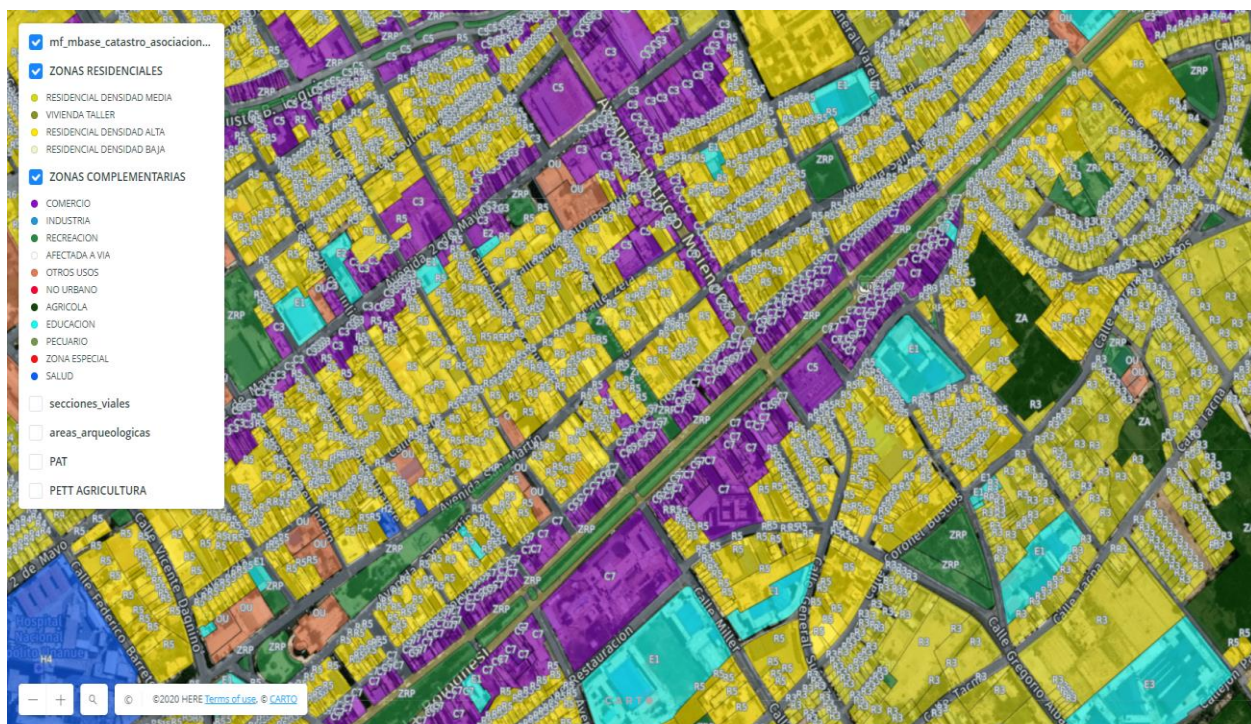
3.2.2. Muestra

Para la muestra, se establecieron cuatro puntos para el monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable, con un muestreo mensual durante dos meses y nueve puntos de monitoreo de ruido en horario diurno y nocturno según el ECA para ruido.

Para la identificación de los puntos de monitoreo de ruido en la zona céntrica de Tacna se tuvo en cuenta el Plan de Desarrollo urbano y zonificación de Tacna 2015 – 2025 proporcionado por la Municipalidad Provincial de Tacna.

Figura 1

Plan de desarrollo urbano Tacna 2015 - 2025



Nota: Se observan los diferentes tipos de zonificación establecidos en el Plan de desarrollo urbano Tacna 2015 – 2025, de acuerdo a la Municipalidad Provincial de Tacna.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 3

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Unidad
Polvo Atmosférico Sedimentable	El polvo atmosférico sedimentable se encuentra formado por partículas sólidas contaminantes cuyo diámetro es igual o mayor a 10 micras, debido a su peso sedimentan como polvo sobre las superficies y su origen puede ser natural o antropogénico.	Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable	Cálculo por diferencia de peso en placas receptoras	mg/cm ² /30 días
		Gravimetría	Peso inicial de la placa receptora	mg
			Peso final de la placa receptora	mg
		Tiempo	Tiempo de monitoreo	mes
		Límite	Valor guía recomendado por la OMS	mg/cm ² /30 días

(continúa)

Tabla 3 (continuación)

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Unidad	
Nivel de ruido ambiental	Son los sonidos provenientes del ambiente exterior el cual resulta molesto e incluso puede ser nocivo; el ruido ambiental es generado por el desarrollo de las actividades diarias y puede afectar nuestra calidad de vida.	Niveles de ruido	Nivel de ruido mínimo	dBa	
			Nivel de ruido máximo	dBa	
			Nivel de ruido promedio	dBa	
				Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A	LAeqT
		Tiempo	Duración	min	
		Límite	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido	LAeqT	

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.4.1. Técnicas para la recolección de datos

3.4.1.1. Técnica para la realización del monitoreo Polvo Atmosférico Sedimentable.

El método a aplicar será el de Placas Receptoras. Los datos conseguidos se compararán con estudios realizados antes de la pandemia del COVID-19, y con los valores guía de la OMS.

Ubicación de los puntos de monitoreo

Para el presente estudio de aire se considerarán 04 puntos de monitoreo como indica la Tabla 4, estos se ubican en la zona céntrica de la ciudad de Tacna. Esta zona se caracteriza por la presencia de locales comerciales y gran afluencia de vehículos de transporte. Las estaciones de monitoreo se colocarán en la parte alta de cada punto de monitoreo seleccionado.

A cada estación de monitoreo le será asignado un número:

- Estación de Monitoreo N°1: (EM01)
- Estación de Monitoreo N°2: (EM02)

- Estación de Monitoreo N°3: (EM03)
- Estación de Monitoreo N°4: (EM04)

Tabla 4

Ubicación de las estaciones para monitoreo de PAS

N° de estación	Punto de monitoreo	Coordenadas UTM	
EM01	Compañía de Bomberos N° 24	19K	367348 8008022
EM02	Centro de Salud Bolognesi	19K	369231 8009307
EM03	Av. Bolognesi/Av. Pinto	19K	368841 8008533
EM04	SERPOST	19K	367758 8007756

Además de la numeración, cada placa receptora se encontrará propiamente codificada de acuerdo a la Estación de monitoreo en la que se encuentre. (Ver ANEXO

4. Codificación de los dispositivos de muestreo de PAS

Frecuencia y tiempo de monitoreo

Tal como se indica en la Tabla 5, el periodo de tiempo en el que se realizará el monitoreo es de 60 días por estación.

Tabla 5

Tiempo de monitoreo de Partículas Atmosféricas Sedimentables

N° de estación	Punto de monitoreo	Tiempo de monitoreo	Tiempo total de monitoreo
EM01	Estación de Bomberos N° 24	30 días	60 días
EM02	Centro de Salud Bolognesi	30 días	60 días
EM03	Av. Bolognesi/Av. Pinto	30 días	60 días
EM04	SERPOST	30 días	60 días

Procedimiento

- Se realiza la limpieza y rotulado correspondiente a cada placa, de acuerdo a la etiqueta en el ANEXO 3.
- De manera uniforme se coloca vaselina sobre la superficie de cada una de las placas.
- Se registra el peso inicial de cada placa receptora.
- Cada placa debe ponerse a buen recaudo y ser trasladada herméticamente hasta su punto de monitoreo respectivo.
- Se georreferencia cada punto de monitoreo.
- Posicionamos la estación metálica en el techo de los cuatro (04) puntos de monitoreo seleccionados.
- Se colocan las 04 placas receptoras en sus respectivas estaciones metálicas (Ver ANEXO 10)
- Posteriormente se dejan las placas receptoras al aire libre por un periodo de 30 días.
- Pasados los 30 días se recogen las placas de vidrio de cada estación, ese mismo día se reemplazan por unas nuevas, de tal modo que el tiempo de muestreo sea de 60 días.
- Se trasladan las placas receptoras recogidas al laboratorio para conocer el peso final (Ver ANEXO 11)
- Finalmente procedemos a realizar los cálculos para hallar la concentración de PAS.

Cálculos para Polvo Atmosférico Sedimentable

- Para determinar el peso final de la placa

$$W_{\text{final}} = W_{\text{placa}} + W_{\text{vaselina}} + WPAS \quad (1)$$

- Para obtener el peso del PAS, se realiza el siguiente cálculo

$$W_{\text{final}} - W_{\text{inicial}} = \Delta W = WPAS \quad (2)$$

- La concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable se halla mediante la siguiente ecuación:

$$C = \frac{\Delta W \times 30}{\text{Área de la placa} \times \text{Días de exposición}} \quad (3)$$

Donde:

- W = Peso en miligramos (mg)
- ΔW = Diferencia de pesos en miligramos (mg)
- WPAS = Peso del Polvo Atmosférico Sedimentable
- C = Concentración de PAS ($\text{mg}/\text{cm}^2 \times 30$ días)
- Área de la placa = L x L (cm^2)

3.4.1.2. Técnica para la realización del monitoreo de ruido.

La metodología que será utilizada es la del Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental establecida por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

Ubicación de los puntos de monitoreo

Para el estudio de ruido se considerarán 09 puntos de monitoreo como se muestra en la Tabla 6, estos puntos estarán distribuidos en la zona comercial del centro de Tacna.

Tabla 6

Ubicación de las estaciones para monitoreo de ruido

N°	Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM	
P01	Av. Bolognesi / Av. Billinghamurst	19K	367756 8007787
P02	Av. Bolognesi / Av. Pinto	19K	3680667 8008064
P03	Av. Bolognesi / Calle Moquegua	19K	368165 8008167
P04	Av. Bolognesi / Calle Chiclayo	19K	367489 8007618
P05	Av. Bolognesi / Calle Alfonso Ugarte	19K	367672 8007748
P06	Av. Bolognesi / Calle Miller	19K	367890 8007894

(continúa)

Tabla 6 (continuación)

N°	Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM	
P07	Av. Bolognesi / 28 de Julio	19K	367738 8007811
P08	Calle Cnel. Inclán / Av. 2 de mayo	19K	367434 8008077
P09	Calle Hipólito Unanue / Av. 2 de mayo	19K	367354 8008018

Procedimiento

- Nos posicionaremos en el punto de monitoreo.
- Se georreferencia el punto a monitorear.
- Se realiza la instalación del trípode en la zona a monitorear.
- Luego, se ensambla cada pieza del sonómetro con mucho cuidado para no maltratarlo.
- Encendemos el sonómetro y comprobamos que funciona con normalidad.
- Se coloca el sonómetro en el trípode, y nos aseguramos que esté bien fijado para evitar accidentes.
- El sonómetro se ubica a 1.5 metros de altura, orientando el micrófono hacia el tránsito vehicular. (Ver ANEXO 12)
- La medición en cada punto de monitoreo tiene una duración de 10 minutos.
- Se registran los siguientes parámetros: niveles LAeqT, Lmáx y Lmin.
- Toda la información obtenida es registrada en la libreta de campo, el modelo del mismo se puede observar en el ANEXO 7.

3.4.2. Instrumentos para la recolección de datos

3.4.2.1. Herramientas e instrumentos para monitoreo de aire.

Herramientas

- Placas receptoras de 10cm x 10cm

- Vaselina
- Porta placas
- Cuaderno de notas
- Lapicero
- Rotulador
- Gorro
- Guantes
- Mascarilla
- Protector facial
- Fichas de registro de datos
- Plano del centro de la ciudad de Tacna

Instrumentos

- Balanza Analítica
- Estación metálica
- GPS
- Cámara fotográfica

3.4.2.2. Herramientas e instrumentos para monitoreo de ruido.

Herramientas

- Libreta de campo
- Lapicero
- Casco de seguridad
- Mascarilla
- Protector facial
- Plano del centro de la ciudad de Tacna

Instrumentos

- Sonómetro de clase 1 Modelo LxT1, marca LARSON DAVIS calibrado (Ver ANEXO 6)
- Trípode para Sonómetro
- Calibrador portátil para Sonómetro
- Cámara Fotográfica
- GPS
- Programa estadístico SPSS
- ArcGIS 10.1
- Microsoft Office: Word, Excel

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para el monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable, se aplicó el Método de Placas Receptoras. Los datos obtenidos se compararon con estudios realizados antes de la pandemia del COVID-19, y con los valores guía de la OMS.

Para la realización del monitoreo de ruido en la zona comercial de Tacna, se siguió el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. Los datos obtenidos se compararon con estudios realizados antes de la pandemia del COVID-19, y con la normativa legal nacional (ECA ruido).

Para el monitoreo de ruido, Se compararon los niveles de ruido con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido de acuerdo al horario correspondiente de medición, la cual establece que para la zona comercial y la zona de protección especial; además, los datos también se compararon con los resultados de la investigación realizada por Vargas (2019). Posteriormente se identificaron si los niveles de ruido actuales son mayores o menores en comparación a los registrados previos a la pandemia del COVID-19.

Para el presente estudio se aplicó prueba estadística T de Student para muestras relacionadas, la cual permite comparar las medias de dos series de mediciones realizadas sobre las mismas unidades estadísticas asumiendo escenarios de medición similares.

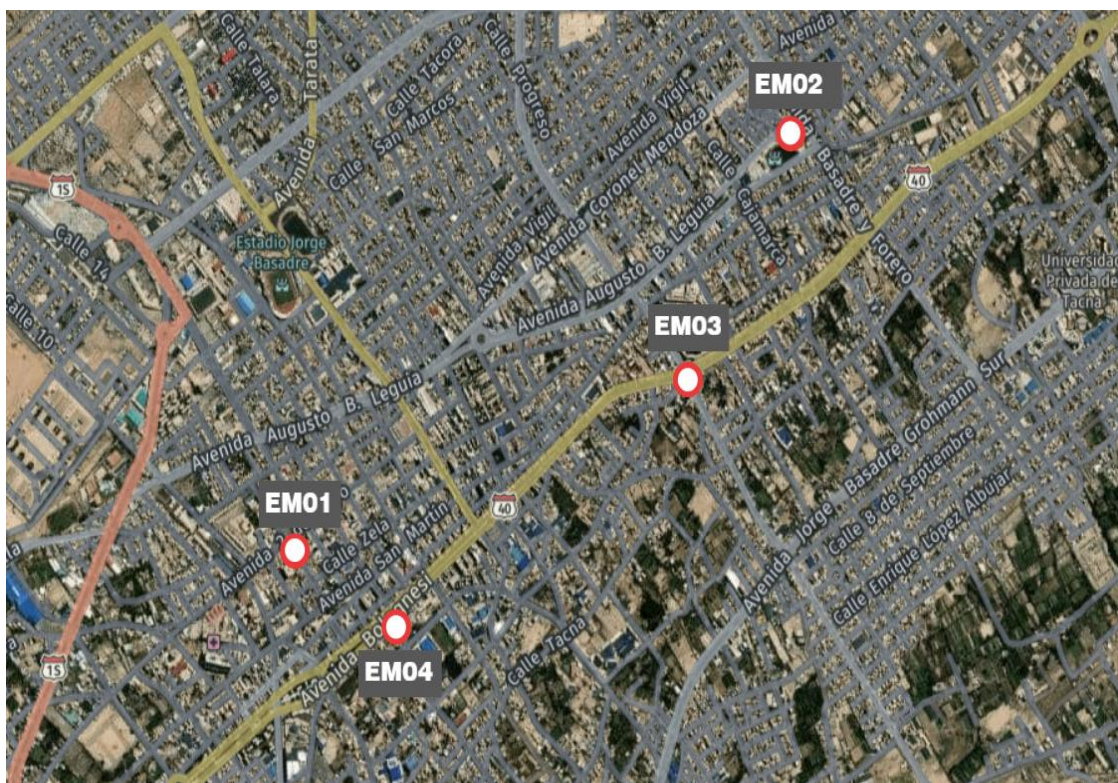
CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados del monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable en el centro de la ciudad de Tacna

Aplicando la metodología de muestreo pasivo de Polvo Atmosférico Sedimentable se muestra a continuación el resumen de los pesos que se obtuvieron como resultados para los meses de mayo y junio - 2021.

Figura 2

Mapa de ubicación para monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable



Nota: Mapa extraído de la Base catastral de la Municipalidad Provincial de Tacna.

A continuación, en la Tabla 7 se muestran los resultados generales del monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable; asimismo, en el ANEXO 5 podemos observar los datos más detallados.

Tabla 7

Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (mg/cm²/30 días)

N° de Estación	Punto de monitoreo	PAS (mg/cm ² /30 días)		OMS
		Mayo	Junio	
EM01	Compañía de Bomberos N° 24	0,387	0,19	0,5 mg/cm ² /30 días
EM02	Centro de Salud Bolognesi	0,621	0,79	
EM03	Av. Bolognesi/Av. Pinto	0,266	13,149	
EM04	SERPOST	0,933	0,894	

En el primer mes, la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable más alta se registró en la EM04 con un valor de 0,933 mg/cm²/30 días; mientras que la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable más baja se registró en la EM03 con un valor de 0,266 mg/cm²/30 días.

Durante el segundo mes de monitoreo, la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable más alta se registró en la EM03 con un valor de 13,149 mg/cm²/30 días; mientras que la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable más baja se registró en la EM01 con un valor de 0,191 mg/cm²/30 días.

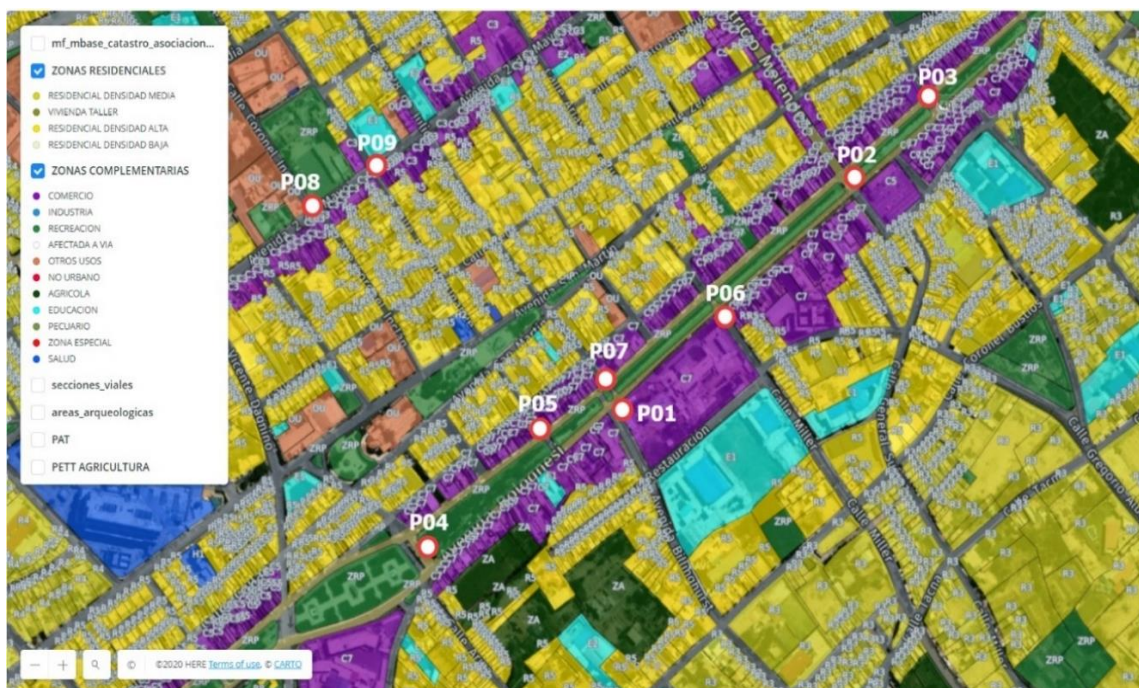
En ambos meses se observa que la EM01 cumple con lo establecido por la OMS (0,5 mg/cm²/30 días), por otro lado, la EM02 excede en ambos meses el valor de la OMS, la EM03 cumple en el primer mes, sin embargo, el segundo mes lo sobrepasa, finalmente la EM04 sobrepasa dicho valor en ambos casos.

4.2. Resultados del monitoreo de ruido ambiental en el centro de la ciudad de Tacna

Tomando como referencia el “Plan de Desarrollo urbano y zonificación de Tacna 2015 – 2025” de la Municipalidad provincial de Tacna, se estableció la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental de ruido correspondientes en cada punto de monitoreo.

Figura 3

Mapa de ubicación para monitoreo de ruido



Nota: Puntos de monitoreo ubicados en el mapa extraído del Plan de desarrollo urbano Tacna 2015 – 2025, de acuerdo a la Municipalidad Provincial de Tacna.

De acuerdo al Plan de zonificación, se logró identificar una Institución Educativa en los alrededores de la zona comercial de Tacna como se observa en la Figura 3, en este caso se considerará como zona de protección especial según indica el D.S. N.º 085-2003-PCM.

Una vez culminado el monitoreo de ruido se obtuvieron los datos que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8

Resultados de la medición de ruido ambiental

Nº	Duración	Ubicación	LAeqT	Lmáx.	Lmín.	ECA D.S. N°085-2003
P01	10 min.	Av. Bolognesi / Av. Billinghamurst	75,2	88,6	61,1	Zona Comercial (70 dBA)
P02	10 min.	Av. Bolognesi / Av. Patricio Meléndez	72,7	87,1	60,1	Excede el ECA

(continúa)

Tabla 8 (continuación)

N°	Duración	Ubicación	LAeqT	Lmáx.	Lmín.	ECA
						D.S. N°085-2003
P03	10 min.	Av. Bolognesi / Calle Moquegua	76,1	96,2	58,6	
P04	10 min.	Av. Bolognesi / Calle Chiclayo	71,6	87,9	56,6	
P05	10 min.	Av. Bolognesi / Calle Alfonso Ugarte	72,2	87,1	56,7	Zona Comercial (70 dBA) Excede el ECA
P06	10 min.	Av. Bolognesi / Calle Miller	72,6	89,5	59,1	
P07	10 min.	Av. Bolognesi / 28 de Julio	74,1	94,0	54,8	
P08	10 min.	Calle Cnel. Inclán / Av. 2 de mayo	75,0	93,8	57,1	
P09	10 min.	Cl. Hipólito Unanue / Av. 2 de mayo	73,4	91,9	58,3	Zona de protección especial (50dBA) Excede el ECA

Se compararon los niveles de ruido con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido de acuerdo a lo establecido en para Zona Comercial (70dBA) y Zona de protección Especial (50dBA).

En la Tabla 8 se puede observar que los 09 puntos que fueron monitoreados exceden el Estándar Nacional de Calidad Ambiental en horario diurno tanto para Zona Comercial (P01, P02, P03, P04, P05, P06, P07 y P08), como para la Zona de protección especial (P09) según el D.S. N°085-2003-PCM.

El valor más alto de los promedios registrado fue en el P03 (Av. Bolognesi con Calle Moquegua) con 76,1 dBA, mientras que el valor más bajo de los promedios se registró en el P04 (Av. Bolognesi con Calle Chiclayo) con 71,6 dBA. Asimismo, se realizó el conteo vehicular durante el monitoreo, el cual se puede observar en el ANEXO 8.

4.2.1. Resultados del monitoreo de ruido en el horario diurno

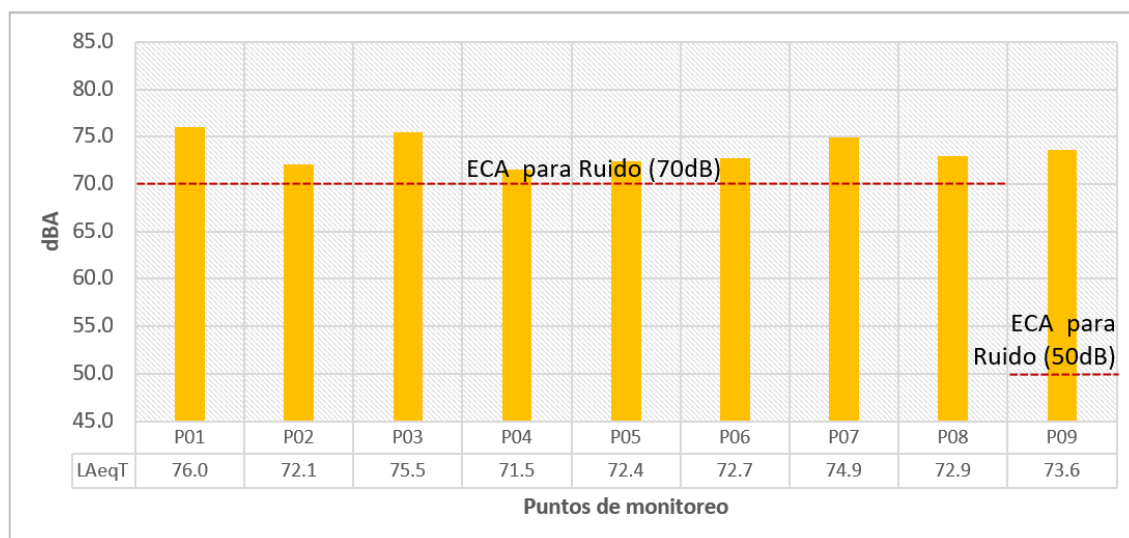
Tabla 9

Niveles de ruido ambiental del horario diurno

Punto de Monitoreo	Duración	LAeqT	L max	L min	Zonificación según ECA	ECA D.S. N°085-2003
P01	10 min.	76,0	90,3	59,9	Zona Comercial	70 dBA Excede los Estándares de Calidad Ambiental
P02	10 min.	72,1	86,2	59,1		
P03	10 min.	75,5	90,8	57,0		
P04	10 min.	71,5	85,7	54,4		
P05	10 min.	72,4	88,6	51,7		
P06	10 min.	72,7	87,5	57,0		
P07	10 min.	74,9	91,3	58,0		
P08	10 min.	72,9	87,7	57,1		
P09	10 min.	73,6	90,4	59,5	Zona de protección Especial	50 dBA Excede los Estándares de Calidad Ambiental

Figura 4

Comparación de los niveles de ruido en el horario diurno con el ECA de ruido



En la Figura 4 se observa que en todos los puntos monitoreados los niveles de ruido ambiental superaron los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido, tanto en la Zona Comercial (70 dBA) como en la Zona de Protección Especial (50 dBA). La Tabla 9 indica que el valor más alto de los promedios

se registró en el P01 (Av. Bolognesi con Av. Billinghamurst) con 76,0 dBA, y el valor más bajo se registró en el P04 (Av. Bolognesi con Calle Chiclayo) con 71,5 dBA.

4.2.2. Resultados horario nocturno

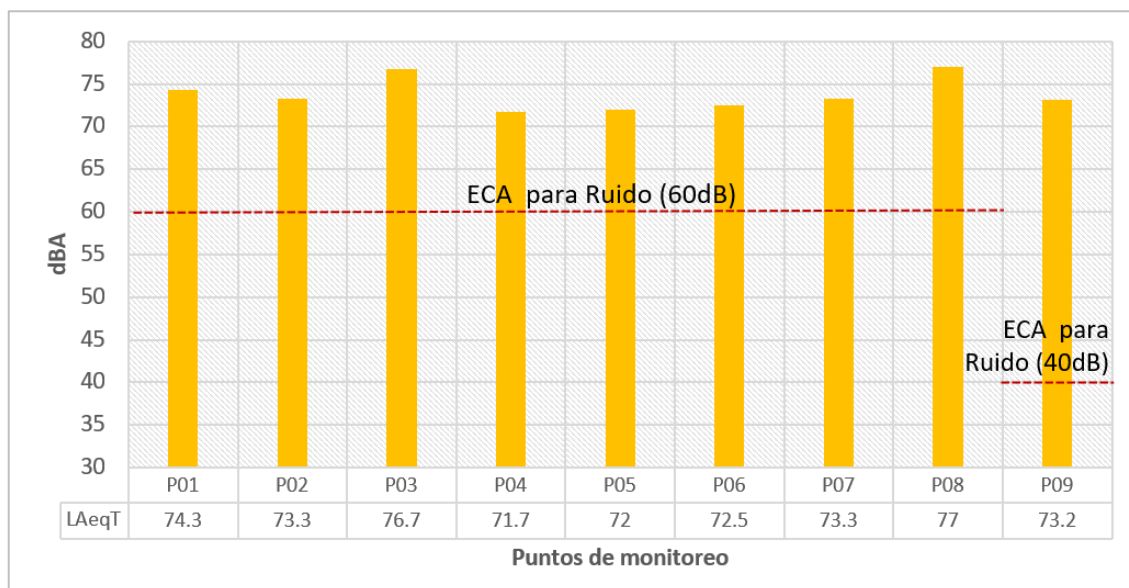
Tabla 10

Niveles de ruido ambiental del horario nocturno

Punto de Monitoreo	Duración	LAeqT	L max	L min	Zonificación según ECA	ECA D.S. N°085-2003
P01	10 min.	74,3	86,8	62,3	Zona Comercial	60 dBA Excede los Estándares de Calidad Ambiental
P02	10 min.	73,3	88,0	61,0		
P03	10 min.	76,7	101,5	60,1		
P04	10 min.	71,7	90,1	58,7		
P05	10 min.	72,0	85,6	61,6		
P06	10 min.	72,5	91,5	61,1		
P07	10 min.	73,3	96,7	51,6		
P08	10 min.	77,0	99,8	57,1		
P09	10 min.	73,2	93,3	57,0	Zona de protección Especial	40 dBA Excede los Estándares de Calidad Ambiental

Figura 5

Comparación de los niveles de ruido en el horario nocturno con el ECA de ruido

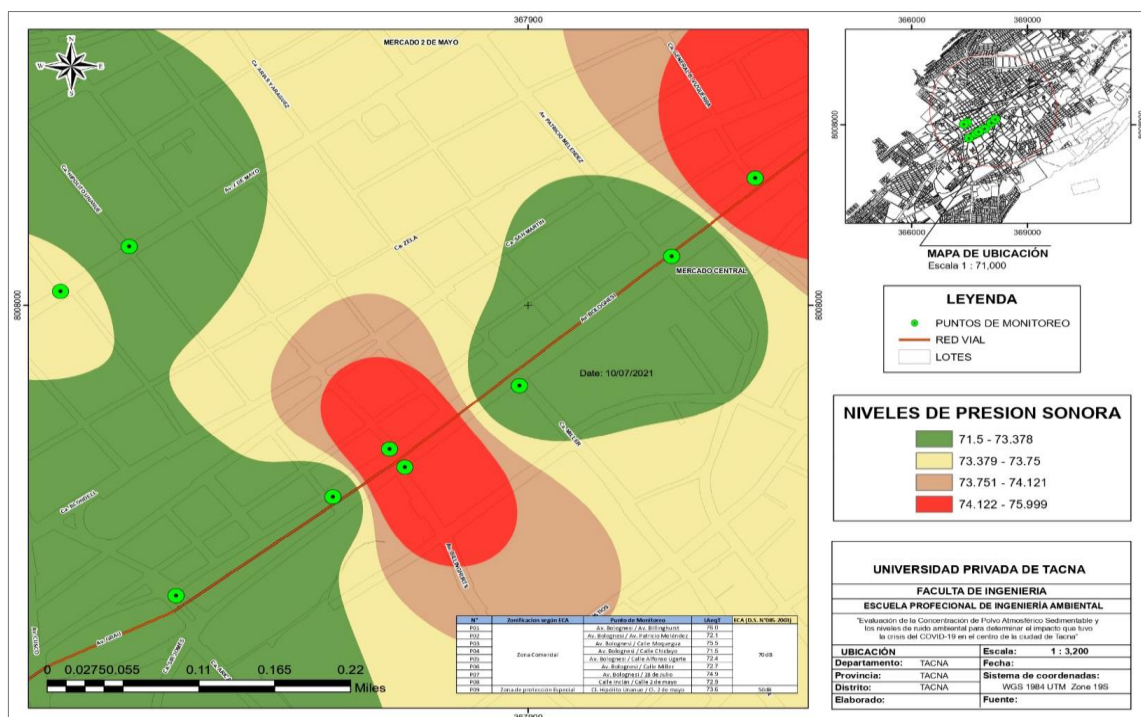


Como indica la Figura 3, los puntos de monitoreo superaron los valores establecidos de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido tanto los de Zona Comercial (P01, P02, P03, P04, P05, P06, P07 y P08), como el de la Zona de Protección Especial (P09). El valor más alto de los promedios se registró en el P08 (Av. Dos de mayo con Calle Cnel. Inclán) con 77,0 dBA, mientras que el valor más bajo registrado fue en el P04 (Av. Bolognesi con Calle Chiclayo) con 71.7 dBA.

4.3. Mapas de monitoreo de ruido

Figura 6

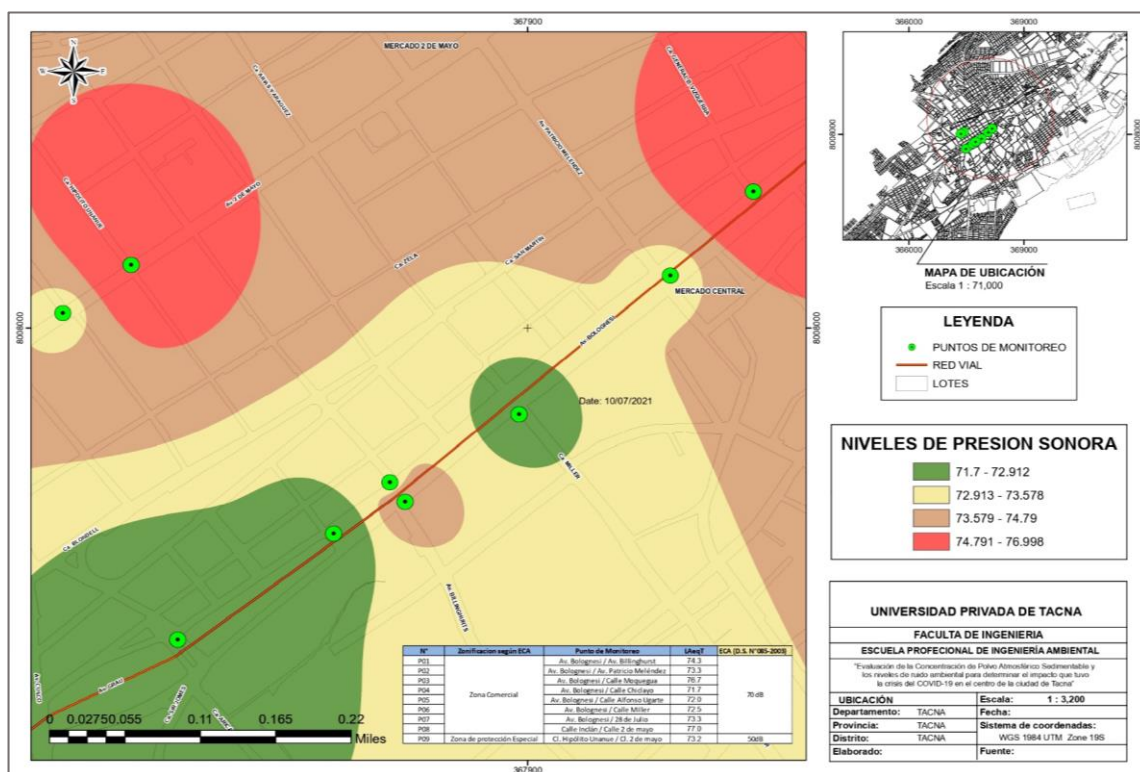
Mapa de ruido - Horario diurno



En el mapa se observan los 09 puntos de ruido que han sido monitoreados en el horario diurno; asimismo, se puede apreciar 4 diferentes tonos de colores: verde, amarillo, naranja y rojo, los cuales se dispusieron de menor a mayor nivel de presión sonora registrados. Los puntos de monitoreo P02, P04, P05, P06 y P09 se identifican con un tono verde puesto que, el rango de nivel de presión sonora se encuentra entre los 71,5 dB – 73,4 dB; el punto de monitoreo P08 presenta color amarillo ya que se encuentran dentro del rango 73,4 dB – 73,8 dB, y los puntos de monitoreo P01, P03 y P07 se encuentran con tonalidad roja ya que se encuentran en el rango de 74,13 dB - 76 dB.

Figura 7

Mapa de ruido - Horario nocturno



Se observan los 09 puntos de ruido que han sido monitoreados en el horario nocturno; de la misma manera, se puede apreciar 4 diferentes tonos de colores: verde, amarillo, naranja y rojo, los cuales se dispusieron de menor a mayor nivel de presión sonora registrados.

Los puntos de monitoreo P04, P05 y P06 se identifican con un tono verde puesto que, el rango de nivel de presión sonora se encuentra entre los 71,7 dB – 72,9 dB; los puntos de monitoreo P02, P07 y P08 presentan color amarillo ya que se encuentran dentro del rango 72,9 dB – 73,6 dB, el punto de monitoreo P01 es de color naranja al estar dentro del rango 73,6 dB – 74,8 dB y finalmente, los puntos de monitoreo P03 y P09 se encuentran con tonalidad roja ya que se encuentran en el rango de 74,8 dB y 77 dB.

4.4. Comparación de las concentraciones de PAS antes y durante de la crisis del COVID-19

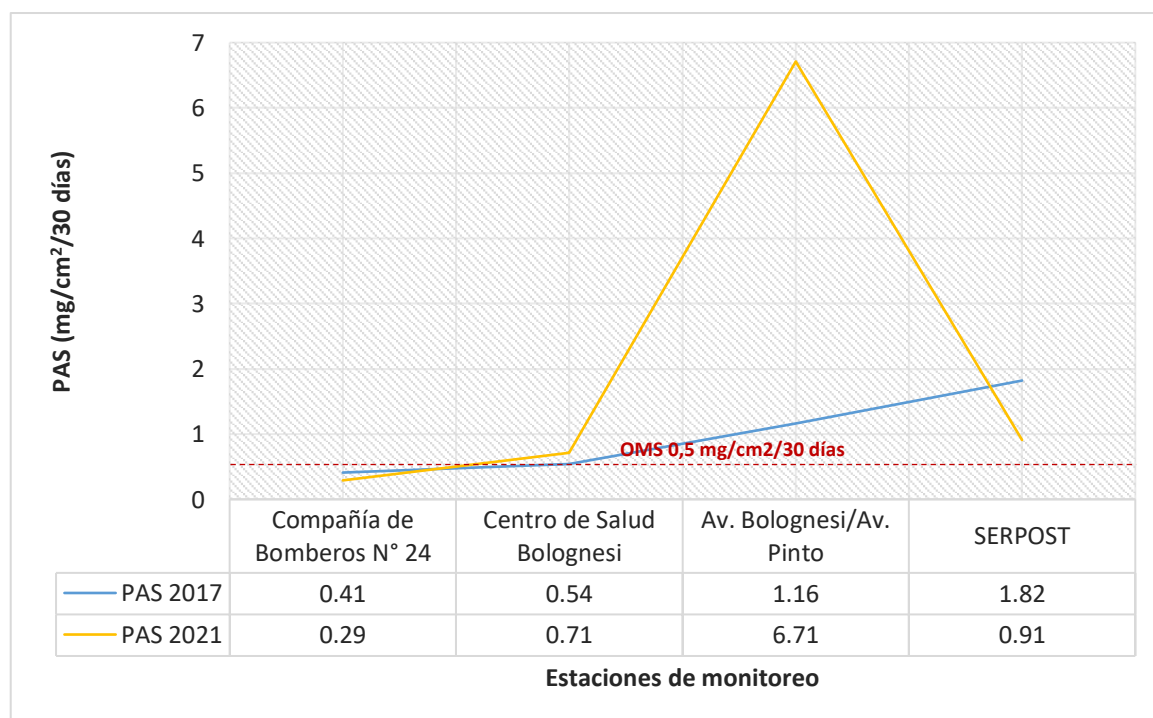
Tabla 11

Comparación de la concentración de PAS 2021 y concentración de PAS 2017

N° de estación	Punto de monitoreo - aire	PAS (mg/cm ² /30 días)		OMS
		2017	2021	
EM01	Compañía de Bomberos N° 24	0,41	0,29	
EM02	Centro de Salud Bolognesi	0,54	0,71	0,5 mg/cm ² /30 días
EM03	Av. Bolognesi/Av. Pinto	1,16	6,71	
EM04	SERPOST	1,82	0,91	

Figura 8

Comparación de las concentraciones de PAS 2021 y PAS 2017



Como se observa en la Tabla 28, en ambos casos (PAS 2021 y PAS 2017), solo una de las estaciones monitoreadas cumple con el valor recomendado por la OMS ($0,5 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$), todas las demás exceden dicho valor.

De los puntos monitoreados en el presente estudio, se puede observar que la concentración de PAS de la EM01 fue mayor en el año 2017 que en el 2021 con una diferencia de $0,12 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$; por el contrario, en la EM02 la mayor concentración de PAS se registró en el 2021 con una diferencia en peso de $0,17 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$; en la EM03 se obtuvo el mayor valor en el año 2021 con una diferencia de pesos de $5,55 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$, finalmente en la EM04 la mayor concentración de polvo atmosférico se registró en el 2017 con una diferencia de pesos de $0,91 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$ en comparación al 2021.

Los resultados de la comparación de la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable 2018 vs 2021 (Ver Tabla 11) muestran que, de las estaciones monitoreadas, el 50% presentó una concentración mayor de PAS durante de la crisis generada por el Covid-19; mientras que, en el 50% restante de los puntos monitoreados la mayor concentración de PAS fue antes de la pandemia.

Uno de los factores que pudo haber influido en la disminución de polvo atmosférico en la EM01 es la reducción de las actividades antrópicas alrededor de la zona; por otro lado, el aumento de polvo sedimentable registrado en la EM02 (Centro de Salud Bolognesi) se podría correlacionar con las medidas que ha dictado el Estado para la reactivación económica, así como también la afluencia de personas debido al contexto actual de la pandemia. La EM03 se encuentra ubicada en una de las principales vías de comunicación de Tacna, en esta, incrementó la concentración de polvo atmosférico al ser una zona crítica con alto flujo vehicular que, debido al contexto actual, las personas prefieren hacer uso de unidades móviles de manera particular.

5.2. Comparación de los niveles de Presión Sonora antes y durante de la crisis del COVID-19

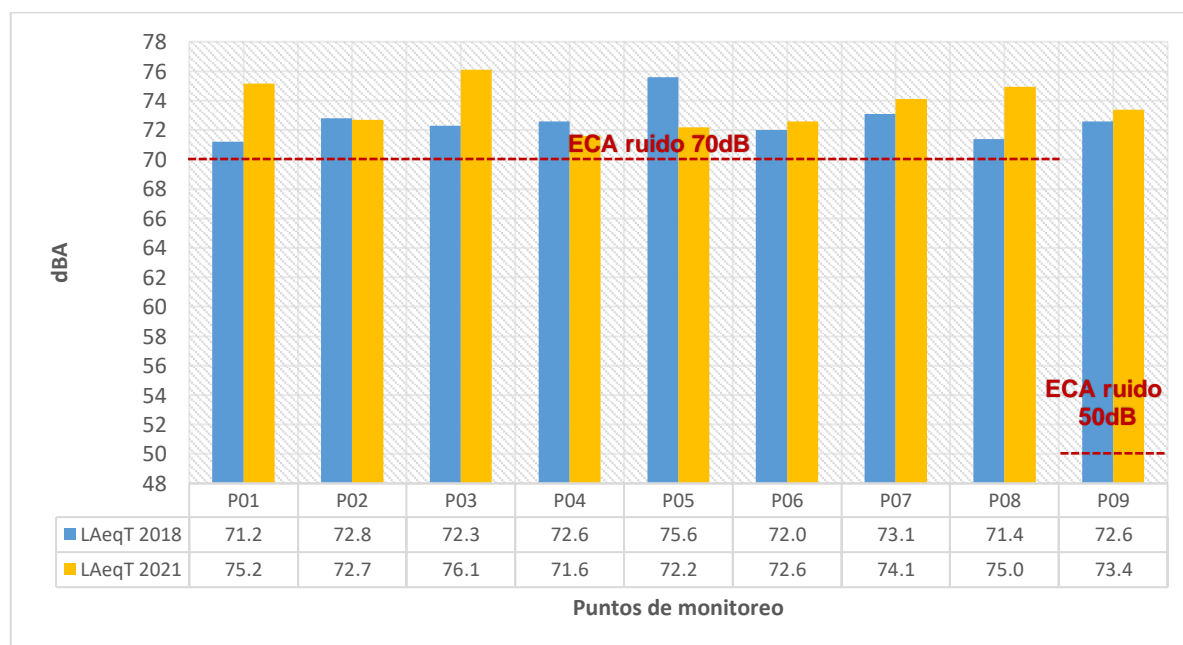
Tabla 12

Comparación de los niveles de ruido ambiental 2018 vs 2021

N°	LAeqT		L máx.		L min		ECA D.S. N°085-2003
	2018	2021	2018	2021	2018	2021	
P01	71,2	75,2	85,9	88,6	59,2	61,1	70 dBA Excede los Estándares de Calidad Ambiental
P02	72,8	72,7	88,1	87,1	60,2	60,1	
P03	72,3	76,1	87,7	96,2	60,5	58,6	
P04	72,6	71,6	88,7	87,9	60,6	56,6	
P05	75,6	72,2	96,0	87,1	62,4	56,7	
P06	72,0	72,6	86,6	89,5	59,8	59,1	
P07	73,1	74,1	90,5	94,0	62,4	54,8	
P08	71,4	75,0	88,5	93,8	55,1	57,1	
P09	72,6	73,4	90,7	91,9	58,5	58,3	50 dBA Excede los Estándares de Calidad Ambiental

Figura 9

Comparación de los niveles de Presión Sonora LAeqT 2018 y 2021 con ECA de ruido



En los puntos de monitoreo P01, P03, P06, P07, P08 y P09 los niveles de presión sonora LAeqT registrados en el 2021 fueron de 75,2 dBA, 76,1 dBA, 72,6 dBA, 74,1 dBA, 75,0 dBA y 73,4 dBA respectivamente; estos valores superan los registrados en el 2018; por otro lado, en el P02, P04 y P05 los valores registrados del 2021 (72,7 dBA, 71,6 dBA y 72,2 dBA respectivamente) son menores a los registrados en el 2018 (72,8 dBA, 72,6 dBA y 75,6 dBA).

Los resultados de la comparación de los niveles de presión sonora 2018 vs 2021 (Tabla 1229), muestran que, en el 67% de los puntos monitoreados se registraron niveles de ruido ambiental más altos el presente año; mientras que, en el 33% restante de los puntos monitoreados los niveles de ruido ambiental más altos se registraron antes de la pandemia.

La diferencia de dBA en los niveles de presión sonora registrados en el 2018 y 2021 no han sido significativas, siendo la diferencia más alta 3,8 dBA en el P03 y la más baja de 0,1 dBA en el P02.

4.5. Contraste de Hipótesis

4.5.1. Hipótesis planteada

“La concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable será mayor con respecto a los registrados antes de la pandemia por Covid-19”.

- **Hipótesis estadística**

Ho: La concentración de PAS 2021 supera la concentración de PAS 2017

H1: La concentración de PAS 2021 NO supera la concentración de PAS 2017

- **Nivel de Significancia:**

Para todo valor de probabilidad (p-valor) igual o menor que 0,05. Se acepta H1 y se rechaza Ho.

- **Zona de rechazo:**

Para todo valor de probabilidad menor que $\alpha = 5 \%$.

- **Estadístico de prueba:**

Prueba T de Student para muestras relacionadas

- **Cálculo Estadístico**

Tabla 13

Prueba T para muestras relacionadas: PAS 2017 - PAS 2021

Prueba T de Student para muestras relacionadas									
Valor de prueba = 0,5									
Par de comparación	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típica	Error típico de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Inferior	Superior				
PAS 2017 - PAS 2021	0,3025	0,45748	0,22874	-0,42546	1,03046	1,322	3	0,278	

- **Decisión**

Se rechaza la Ho y se acepta la H1

Puesto que, la Tabla 13 muestra una significancia bilateral (Sig. >0,05) que se considera no significativo, es decir que al comprar las dos mediciones no se encuentran diferencias entre los valores de las medias.

- **Conclusión**

El resultado de la prueba estadística afirma que concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable medido en el año 2021 no supera la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable medido en el año 2017 con un nivel de significancia del 95 %.

4.5.2. Hipótesis planteada

“Los niveles de ruido actuales serán mayores con respecto a los registrados antes de la pandemia por Covid-19”.

- **Hipótesis estadística**

Ho: Los niveles de ruido actuales superan los registrados en el 2018

H1: Los niveles de ruido actuales NO superan los registrados en el 2018

- **Nivel de Significancia:**

Para todo valor de probabilidad (p-valor) igual o menor que 0,05. Se acepta H1 y se rechaza Ho.

- **Zona de rechazo:**

Para todo valor de probabilidad menor que $\alpha = 5 \%$.

- **Estadístico de prueba:**

Prueba T de Student para muestras relacionadas

- **Cálculo Estadístico**

Tabla 14

Prueba T para muestras relacionadas: Ruido 2018 - Ruido 2021

Prueba T de Student para muestras relacionadas								
Valor de prueba = 70								
Par de comparación	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típica	Error típico de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Ruido 2018 - Ruido 2021	-1,0333	2,45866	0,81955	-2,92323	0,85656	-1,261	8	0,243

- **Decisión**

Se rechaza la Ho y se acepta la H1

La Tabla 25 muestra una significancia bilateral (Sig. >0,05) que se considera no significativa, es decir que al comparar las dos mediciones de ruido (2018-2021) no se encuentran diferencias entre los valores de las medias.

- **Conclusión**

De acuerdo a los resultados podemos concluir que, los niveles de ruido actuales no superan los niveles de ruido registrados en el 2018 (antes de la pandemia), con un nivel de significancia del 95 %.

4.5.3. Hipótesis planteada

“La concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable supera el valor guía recomendado por la OMS”.

- **Hipótesis estadística**

Ho: La concentración de PAS 2021 excede los 0,5 mg/cm²/30 días

H1: La concentración de PAS 2021 NO excede los 0,5 mg/cm²/30 días

- **Nivel de Significancia:**

Para todo valor de probabilidad (p-valor) igual o menor que 0,05. Se acepta H1 y se rechaza Ho.

- **Zona de rechazo:**

Para todo valor de probabilidad menor que $\alpha = 5 \%$.

- **Estadístico de prueba:**

Prueba T de Student para una muestra

- **Cálculo Estadístico**

Tabla 15

Prueba T para una muestra: PAS

Prueba t para una muestra: PAS						
Valor de prueba = 0,5						
Variables	t	Grados de libertad	Significancia ^a	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
PAS 2017	1,491	3	0,1165	0,48250	-0,5473	1,5123
PAS 2021	1,321	3	0,139	0,18000	-0,2536	0,6136

Nota. a = significancia corregida a una sola cola.

- **Decisión**

Se acepta la hipótesis nula:

Ho: La concentración de PAS 2021 excede los 0,5 mg/cm²/30 días.

- **Conclusión**

Se observa en la Tabla 15, que la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable registrados en los años 2017 y 2021 superó el valor guía recomendado por la OMS, con un nivel de confianza del 95%.

4.5.4. Hipótesis planteada

“Los niveles de ruido ambiental superan los valores establecidos en el ECA Nacional para ruido”.

- **Hipótesis estadística**

Ho: Los niveles de ruido exceden los 70dB y 50dB

H1: Los niveles de ruido NO exceden los 70dB y 50dB

- **Nivel de Significancia:**

Para todo valor de probabilidad (p-valor) igual o menor que 0,05. Se acepta H1 y se rechaza Ho.

- **Zona de rechazo:**

Para todo valor de probabilidad menor que $\alpha = 5 \%$.

- **Estadístico de prueba:**

Prueba T de Student para una muestra

- **Cálculo Estadístico**

Tabla 16

Prueba T para una muestra: Ruido

Prueba t para una muestra: Ruido						
Valor de prueba = 70						
Variables	t	Grados de libertad	Significancia ^a	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Ruido 2018	6,139	8	0,000	2,62222	1,6373	3,6072
Ruido 2021	7,153	8	0,000	3,65556	2,4771	4,8340

Nota. a = significancia corregida a una sola cola.

- **Decisión**

Se acepta la hipótesis alterna:

H1: Los niveles de ruido NO exceden los 70dB y 50dB

- **Conclusión**

La Tabla 16 muestra que los niveles de ruido medido en los años 2018 y 2021 no superan estadísticamente a los valores guía recomendados por la OMS, con un nivel de confianza del 95 %.

Asimismo, se realizaron las pruebas de normalidad tanto para el ruido como para la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable, los resultados de estos se pueden observar en el ANEXO 9.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

De acuerdo al estudio realizado por Miranda & Merma (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”, los resultados indican una concentración promedio de 1,07 mg/cm² /30 días para las 04 estaciones de monitoreo; tal es así al realizar una evaluación comparativa con el presente estudio se determinó que la concentración promedio de polvo atmosférico sedimentable ha sido de 3,71 mg/cm²/30 días; observándose que existe diferencias numéricas en ambos promedios, sin embargo, mediante la prueba T-Student podemos afirmar que no existe una diferencia estadística, puesto que al tener una Significancia bilateral mayor a 0,05 se considera no significativo, es decir, que al comparar las dos mediciones no se encuentran diferencias entre los valores de las medias, por lo que se puede concluir que las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable registrados en el año 2021 son similares con respecto a los registrados antes de la pandemia por Covid-19; así mismo cabe mencionar que no se pudo encontrar una relación directa con la influencia que ha tenido el impacto de la ocurrencia de la enfermedad por Covid-19 sobre la calidad ambiental.

Vargas (2018) en su investigación “Diagnóstico ambiental de ruido en la zona comercial e industrial de la provincia de Tacna” indica en sus resultados que en la zona comercial los niveles de presión sonora excedían lo establecido en el ECA para ruido con valores que oscilan entre los 71,2 dBA y 75,8 dBA. Al contrastar los resultados de la presente investigación con la realizada por Vargas (2018) se determinó que los niveles de ruido oscilan entre los 71,6 y 76,1 dBA, de la misma manera exceden lo establecido por la norma; mediante la prueba T-Student podemos afirmar que entre los niveles de ruido actuales y los registrados antes de la pandemia no existe una diferencia estadística, puesto que al tener una Significancia bilateral mayor a 0,05 (Tabla 25) se considera no significativo, es decir, que al comparar las dos mediciones de ruido (2018-2021) no se encuentran diferencias entre los valores de las medias, por lo que se puede concluir que los niveles de ruido medidos en el año 2021 son similares estadísticamente con respecto a los registrados antes de la pandemia por Covid-19; entonces, no se pudo encontrar una relación directa con la influencia que ha tenido el impacto de la ocurrencia de la enfermedad por Covid-19 sobre la calidad ambiental.

Yagua (2016), en su estudio titulado “Evaluación de la contaminación acústica en el centro histórico de Tacna mediante la elaboración de mapas de ruido - 2016”,

señala que la Av. Bolognesi es una de las que presenta los niveles de presión sonora más altos, con valores que superan lo establecido en el ECA Nacional para ruido, los cuales oscilan entre los 70 y 75 dB; la presente investigación ratifica dicha información, puesto que a lo largo de la Av. Bolognesi se establecieron y monitorearon diferentes puntos, todos ellos registraron niveles de presión sonora en un rango de 71,6 a 76,1, los cuales exceden el Estándar Nacional de Calidad Ambiental según el D.S. N°085-2003-PCM. Ambos estudios concordamos en que existe la necesidad de poner en práctica acciones para su mitigación.

La calidad del aire se encuentra sujeta a las actividades humanas, si bien es cierto las actividades productivas se vieron reducidas debido a las restricciones dadas por el Estado, como el confinamiento y la reducción de flujo vehicular; junto a la reactivación económica se retomaron también dichas actividades a un nivel similar al registrado antes de la pandemia por Covid-19. De acuerdo a los resultados podemos afirmar que el impacto que ha tenido la pandemia sobre la calidad del aire no ha sido significativo.

Con respecto a los niveles de ruido ambiental, el impacto que ha tenido la pandemia por Covid-19 en los niveles de presión sonora se consideran no significativos, puesto que en la variación de ruido registrados en ambos años (2018 y 2021) no presentan una marcada diferencia; adicionalmente, por el trabajo realizado en campo se pudo determinar que el nivel de congestionamiento por tráfico vehicular en la zona urbana céntrica de Tacna es la principal fuente generadora de ruido.

Para el mes de mayo y junio, las medidas restrictivas de desplazamiento dictadas en el Perú corresponden a una extensión de la cuarentena, en la que la ciudad de Tacna se encontraba en nivel de Alerta Muy alta, y el uso de vehículos particulares se encontraba prohibido; asimismo, durante la práctica de estas medidas, el número de casos confirmados de Covid-19 tuvieron un descenso en los meses de realización de la presente investigación, siendo 126351 casos confirmados en el mes de mayo, y 76817 casos confirmados en el mes de junio; los mismos que al ser comparados con los resultados de la presente investigación se observa que no existe una relación directamente proporcional con respecto a los niveles de presión sonora y la concentración promedio de polvo atmosférico sedimentable.

CONCLUSIONES

En las estaciones de monitoreo EM01 y EM04 la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable registrada en el 2021 fue menor a la registrada en el 2017; mientras que en las estaciones EM02 y EM03 aumentó la concentración. El promedio de niveles de ruido ambiental registrados en el 2021 es de 73,64 dBA, el cual, es mayor en comparación al promedio de los niveles de ruido ambiental registrados en el 2018 (72,62); sin embargo, la diferencia entre ambos resultados es mínima.

A la ocurrencia de la pandemia de Covid-19, y tras las restricciones establecidas por el Estado peruano, no se ha generado alteraciones sobre la calidad del aire o los niveles de ruido ambiental, puesto que, al realizar la prueba estadística T-Student para muestras relacionadas, 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 actuales 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.

De las 04 estaciones de monitoreo para la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable en el presente estudio, las estaciones EM02, EM03 y EM04, exceden el valor guía recomendado por la OMS ($0,5 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$) con $0,71 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$, $6,71 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$ y $0,91 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$ respectivamente; mientras que en la EM01 la generación de PAS fue de $0,29 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$, siendo la única estación que sí cumple con lo recomendado por la OMS.

Con respecto a la medición de ruido ambiental, los 09 puntos monitoreados en el presente estudio exceden los valores establecidos en el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Zona comercial y Zona de protección especial; proporcionando como resultado valores en un rango entre 71,6 dBA y 76,1 dBA.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Tacna realizar monitoreo de ruido constantemente en el centro de la ciudad de Tacna (ya que, diariamente son muchas las personas que transitan por esta zona); y tomar medidas de control de ruido orientadas a mitigar la contaminación sonora que se genera en los puntos monitoreados que exceden los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para ruido.

Se recomienda llevar a cabo campañas informativas dirigidas a la población (principalmente a los conductores), dichas campañas podrían enfocarse en resaltar la manera en que el ruido puede repercutir en la salud de la ciudadanía.

Se recomienda a SENAMHI monitorear de manera constante la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y a las autoridades elaborar planes para reducir su generación, de tal manera que se llegue a cumplir con el valor guía recomendado por la OMS($0,5\text{mg}/\text{cm}^2/30\text{días}$).

En cuanto a la zona de protección especial que fue monitoreada, se recomienda a la Policía Nacional del Perú tener mayor control de la zona y la asignación de un efectivo policial para cuando se retomen las clases presenciales.

Se recomienda realizar estudios de correlación entre las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable, los niveles de ruido y factores meteorológicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministerio del Ambiente. (2021). *Situación de la calidad del ruido en el Perú*.
file:///C:/Users/usuario/Downloads/5518.pdf
- Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas. (s.f.). *Las medidas laborales en tiempos del covid-19: el caso peruano*.
<https://www.confiep.org.pe/webinars/>
- Corleto, A., & Cortez, D. (2012). *Comparacion de los metodos de bergerhoff y placas receptoras para la cuantificacion de polvo atmosferico sedimentable*. [Tesis de licenciatura, Universidad de El Salvador] Repositorio Institucional – Repositorio Institucional de Universidad de El Salvador.
- Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. [Ministerio del Ambiente]. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. 07 de junio de 2017.
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.[Ministerio del Ambiente]. Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. 30 de octubre de 2003.
- Diario Oficial El Peruano. (2021). Decreto Supremo que prorroga la Emergencia Sanitaria declarada por Decreto Supremo N° 008-2020-SA, prorrogada por Decretos Supremos N° 020-2020-SA, N° 027-2020-SA y N° 031-2020-SA. *El Peruano*. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-prorroga-la-emergencia-sanitaria-declara-decreto-supremo-n-009-2021-minsa-1929103-4/>
- Diario Oficial El Peruano. (09 de febrero de 2021). Perú inicia plan de vacunación contra covid-19. *El Peruano*.
<https://elperuano.pe/noticia/114960-peru-inicia-plan-de-vacunacion-contra-covid-19>
- Dirección General de Educación, Cultura y Ciudadanía Ambiental. (s.f). *Aire limpio para todos*. Ministerio del Ambiente.
<http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/430.pdf>
- Grupo La República. (16 de marzo de 2020). Gobierno declaró estado de emergencia por coronavirus en Perú. La República.

<https://larepublica.pe/politica/2020/03/16/coronavirus-peru-martin-vizcarra-declara-estado-de-emergencia-nacional-por-30-dias/?ref=lre>

Grupo La República. (2021). Así avanza la vacunación contra la COVID-19 en Perú. *La República Data*. <https://data.larepublica.pe/avance-vacunacion-covid-19-peru/>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (s.f.). *¿Cómo se contamina el aire?*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/aprendizaje.xhtml?de=COMO_SE_CONTAMINA

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2014). *Encuesta Nacional de Programas Estratégicos 2011-2014, Calidad del aire*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1291/

Instituto Peruano de Economía. (15 de octubre de 2020). *Boletín IPE: Impacto del COVID-19 en Perú y Latinoamérica*. <https://www.ipe.org.pe/portal/boletin-ipe-impacto-del-covid-19-la-economia-peruana-y-latinoamerica/>

Limache Luque, M. (2011). *Diagnóstico de la contaminación sonora emitida por el tráfico vehicular que permita proponer medidas correctivas al sistema de gestión ambiental en el distrito de Tacna, 2010*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna

Lozano Coral, F. (2013). *Determinación del grado de partículas atmosféricas sedimentables, mediante el método de Muestreo Pasivo, zona urbana – ciudad de Moyobamba, 2012*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto]. Repositorio Institucional – Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Ludeña Pereyra, P. (2018). *Niveles de ruido ambiental en la ciudad de Cajamarca y afectación en la salud humana, 2018*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional – Universidad Nacional de Cajamarca.

Marcos, R., Cabrera, M., Laos, H., Mamani, D., & Valderrama, A. (2008). *Estudio Corporativo para la Determinación del Polvo Atmosférico Sedimentable empleando las Metodologías de Tubo y de Placas Receptoras en el Ciudad Universitaria de San Marcos - Lima*. Centro de Desarrollo e Investigación en Termofluidos CEDIT.

- Martínez Llorente, J., & Peters, J. (2015). *Contaminación acústica y ruido, 3ª Edición*. Ecologistas en Acción.
- Ministerio de Salud. (s.f.). *Sala situacional COVID-19 Perú*. Recuperado el 01 de agosto de 2021. <https://covid19.minsa.gob.pe/>
- Ministerio de Salud. (2021). *Vacunación COVID 19 - PERÚ*. Repositorio Único Nacional de Información en Salud. <https://www.minsa.gob.pe/reunis/data/vacunas-covid19.asp>
- Miranda Casapia, J., & Merma Aruwanca, L. (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*. [Tesis de titulación, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional – Universidad Privada de Tacna.
- Murphy, E., King, E., & Rice, H. (2009). Estimating human exposure to transport noise in central Dublin, Ireland". *Environment International*. Vol. 35, No 2. *SciELO*.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2016). *La contaminación sonora en Lima y Callao*. Ministerio del Ambiente. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=19087
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Información básica sobre la COVID-19*. <https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19>
- Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID 19)*. https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses?gclid=CjwKCAiA2O39BRBjEiwApB2IkhVvda6rPjGeTV_csqbi-y9aEqeBHPsFm8Wt_76qOMe9TDjjSVbwBoChFUQAvD_BwE
- Perú21. (26 de agosto de 2020). Perú se ubicó hoy como el país con la mayor mortalidad del mundo por la COVID-19. Obtenido de Consorcio El Comercio. <https://peru21.pe/lima/coronavirus-peru-se-ubico-hoy-como-el-pais-con-la-mayor-mortalidad-del-mundo-por-la-covid-19-usa-belgica-brasil-noticia/?ref=p21r>
- Romero Placeres, M., Diego Olite, F., & Álvarez Toste, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032006000200008&lng=es&tlng=es.

- Salas López, R., & Barboza Castillo, E. (2014). Evaluación del ruido ambiental en el Campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú. *Revistas Científicas UNTRM*, 88-96. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/69-612-1-PB.pdf
- Saquisilí, S. (2015). *Evaluación de la contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Azogues*. [Tesis de titulación, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional – Universidad de Cuenca.
- Vargas, M. (2019). *Diagnóstico ambiental de ruido en la zona comercial e industrial de la provincia de Tacna*. [Tesis de titulación, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional – Universidad Privada de Tacna.
- Yagua, W. (2016). *Evaluación de la contaminación acústica en el centro histórico de Tacna mediante la elaboración de mapas de ruido - 2016*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional – Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES DE ESTUDIO	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	ESTADÍSTICA	
<u>Problema General:</u>	<u>Objetivo General:</u>	<u>Hipótesis General:</u>	Polvo Atmosférico Sedimentable	Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable	Cálculo por diferencia de peso en placas receptoras	<u>Tipo de investigación:</u>	Prueba T de Student para muestras relacionadas	
¿Cuál es la concentración de polvo atmosférico sedimentable y los niveles de ruido ambiental para determinar el impacto que tuvo la crisis causada por el Covid-19 en el centro de la ciudad de Tacna, 2021?	Determinar el impacto que ha tenido la crisis del COVID-19 mediante el monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable y nivel de ruido ambiental en el centro de la ciudad de Tacna, 2021.	La crisis del Covid-19 ha impactado negativamente sobre la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y los niveles de ruido en la ciudad de Tacna, 2021.		Gravimetría	Peso inicial de la placa receptora	El presente estudio es de tipo descriptivo, puesto que permite describir y analizar nuestras variables en base a la información adquirida en el trabajo de campo sin influir sobre ellas.		<u>Nivel de investigación:</u>
					Peso final de la placa receptora			El diseño de la presente investigación es de campo.
				Tiempo	Tiempo de monitoreo	<u>Descriptivo correlacional:</u>		
<u>Problemas Específicos:</u>	<u>Objetivos Específicos</u>	<u>Hipótesis Específicas:</u>		Límite	Valor guía recomendado por la OMS	Ya que se describe la relación que existe entre dos variables de un grupo, para después establecer las relaciones entre ellas.		<u>Población y/o muestra:</u>
a) ¿Cuál es la concentración de polvo atmosférico sedimentable y niveles de ruido ambiental en el centro de la ciudad, 2021?	a) Determinar la concentración de polvo atmosférico sedimentable y el nivel de ruido ambiental en el centro de la ciudad, 2021.	a) La concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y los niveles de ruido ambiental serán mayores con respecto a los registrados antes de la pandemia por Covid-19.	Nivel de ruido ambiental	Niveles de ruido	Nivel de ruido mínimo	<u>Población:</u> La población de la presente investigación está conformada por la Av. Bolognesi desde la intersección con la Calle Chiclayo hasta la intersección con la Calle Moquegua, adicionalmente dos puntos ubicados en la Av. Dos de mayo, desde la intersección con la calle Cnel. Inclán hasta la intersección con la Calle Hipólito Unanue.		
b) ¿Cuál es el impacto generado por	b) Comparar los resultados de	b) La crisis del Covid-19 ha tenido un			Nivel de ruido máximo			
					Nivel de ruido promedio			
					Nivel de Presión Sonora Continuo			
						Prueba T de Student para una muestra		

la crisis del COVID-19 en el centro de la ciudad de Tacna, 2021?	esta investigación con estudios previos seleccionados para determinar el impacto generado por la crisis del Covid-19 en el centro de la ciudad de Tacna, 2021.	impacto negativo sobre el ambiente en el centro de la ciudad de Tacna, 2021.			Equivalente con ponderación A	Muestra: Para la muestra, se establecieron cuatro puntos para el monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable, con un muestreo mensual durante dos meses y nueve puntos de monitoreo de ruido en horario diurno y nocturno según el ECA para ruido.	
c) ¿La concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y los niveles de ruido sobrepasan lo recomendado por la OMS y el ECA ruido respectivamente?	c) Determinar si la concentración de PAS y los niveles de ruido ambiental sobrepasan lo establecido en la OMS y el ECA ruido, respectivamente.	c) La concentración de PAS y los niveles de ruido ambiental exceden valores establecidos por la OMS y el ECA Nacional para ruido respectivamente.		Tiempo	Duración	Para la identificación de los puntos de monitoreo de ruido en la zona céntrica de Tacna se tuvo en cuenta el Plan de Desarrollo urbano y zonificación de Tacna 2015 – 2025 proporcionado por la Municipalidad Provincial de Tacna.	
				Límite	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido		

ANEXO 2. Formato de presentación del proyecto

<p>1. Título del proyecto: “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”</p>
<p>2. Problema identificado</p>
<p>3. Objetivo del proyecto</p> <p>Determinar el impacto que ha tenido la crisis del COVID-19 mediante el monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable y nivel de ruido ambiental en el centro de la ciudad de Tacna, 2021.</p>
<p>4. Justificación</p> <p>Si bien es cierto que sabemos cuál era el estado ambiental en el que se encontraba Tacna antes de la pandemia por COVID-19, es importante realizar un estudio que nos revele cuáles son los nuevos niveles en cuanto a la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y ruido ambiental.</p> <p>.</p> <p>.</p>
<p>5. <u>Objetivos específicos</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Determinar la concentración de polvo atmosférico sedimentable y el nivel de ruido ambiental en el centro de la ciudad, 2021.- Comparar los resultados de esta investigación con estudios previos seleccionados para determinar el impacto generado por la crisis del Covid-19 en el centro de la ciudad de Tacna, 2021.- Determinar si la concentración de PAS y los niveles de ruido ambiental sobrepasan lo establecido en la OMS y el ECA ruido, respectivamente.

6. Metodología:

6.1 Tipo y Nivel de la investigación

Este es de tipo descriptivo, puesto que permite describir y analizar nuestras variables en base a la información adquirida en el trabajo de campo sin influir sobre ellas

El diseño de la presente investigación es de campo.

6.2 Población y/o muestra de estudio

- Población para monitoreo de aire: La población de estudio para monitoreo de aire está conformada por los puntos seleccionados del área céntrica en la ciudad de Tacna.
- Población para monitoreo de ruido: La población de estudio para monitoreo de ruido está conformada por los puntos ubicados en la zona comercial del centro de Tacna
- Muestra de estudio para monitoreo de aire: La muestra está conformada por los 04 puntos seleccionados en el centro de la ciudad de Tacna.
- Muestra de estudio para monitoreo de ruido: La muestra de estudio está comprendida por 09 puntos de monitoreo distribuidos por la zona comercial del centro de Tacna

6.3 Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Unidad

6.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Se aplicó el Método de Placas Receptoras. Los datos conseguidos se compararon con estudios realizados antes de la pandemia del COVID-19, y con los valores guía de la OMS.

La metodología utilizada es la del Protocolo de Monitoreo de Ruido Ambiental establecida por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

6.5 Procesamiento y análisis de datos

Para el monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable, se aplicó el Método de Placas Receptoras. Los datos conseguidos se compararon con estudios realizados antes de la pandemia del COVID-19, y con los valores guía de la OMS.

7. Cronograma:

MONITOREO POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE (PAS)	ACTIVIDAD	PRIMER MES				SEGUNDO MES			
		ABRIL	MAYO			JUNIO			
		Semana 04	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04	Semana 01	Semana 02	Semana 03
	Ubicación de placas (EM01) receptoras en la Estación de Bomberos N° 24								
	Ubicación de placas receptoras (EM02) en el Centro de Salud Bolognesi								
	.								
	.								
	.								
	.								

Monitoreo de Ruido	PUNTO A MONITOREAR		ABRIL				MAYO				
			19	20	15
P01	Av. Bolognesi / Av. Billinghamurst										
P02	Av. Bolognesi / Av. Patricio Meléndez										
P04	Av. Bolognesi / Calle Moquegua										
P05	Av. Bolognesi / Calle Chiclayo										
P06	Av. Bolognesi / Calle Alfonso Ugarte										
P07	Av. Bolognesi / Calle Miller										
P08	Av. Bolognesi / 28 de Julio										
P20	Calle Inclán / Calle 2 de mayo										
P22	Calle Hipólito Unanue / Calle 2 de mayo										

8. Presupuesto:

MONITOREO DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE		
MATERIAL / INSTRUMENTO	UNIDAD	COSTO
Plano del centro de la ciudad de Tacna	1	S/. 10.00
Placas receptoras de 10 x 10	12	S/. 48.00
Vaselina	2	S/. 4.00
Porta placas	1	S/. 15.00
Libreta de campo	1	S/. 12.00
.	.	.
.	.	.

Cámara fotográfica	1	S/. 300.00
MONITOREO DE RUIDO		
MATERIAL / INSTRUMENTO	UNIDAD	COSTO
Libreta de campo	1	S/. 12.00
Lapicero	1	S/. 3.00
.	.	.
.	.	.
GPS	1	S/. 7,300.00

9. Referencias Bibliográficas:

Ministerio del Ambiente, (s.f.). *Situación de la calidad del ruido en el Perú*.
file:///C:/Users/usuario/Downloads/5518.pdf.

.

.

Yagua, W. (2016). Evaluación de la contaminación acústica en el centro histórico de Tacna mediante la elaboración de mapas de ruido - 2016. Arequipa.

10. Anexos

ANEXO 3. Modelo de etiqueta para las placas receptoras

	
DETERMINACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE MÉTODO DE PLACAS	
Punto de recolección: _____	
Código de la muestra: _____	
Fechas de toma de muestra:	
Inicio: ____/____/____	
Final: ____/____/____	
Peso de la placa receptora:	
Peso inicial: _____	
Peso final: _____	

ANEXO 4. Codificación de los dispositivos de muestreo de PAS

PUNTO DE MONITOREO	CÓDIGO PRIMER MES		CÓDIGO SEGUNDO MES	
Compañía de Bomberos N° 24	EM01CoB- P01	EM01CoB- P02	EM01CoB- P03	EM01CoB- P04
Centro de Salud Bolognesi	EM02CSB- P01	EM02CSB- P02	EM02CSB- P03	EM02CSB- P04
Av. Bolognesi/Av. Pinto	EM03BxP- P01	EM03BxP- P02	EM03BxP- P03	EM03BxP- P04
SERPOST	EM04SERP -P01	EM04SERP -P02	EM04SERP -P03	EM04SERP -P04

ANEXO 5. Pesos registrados de las placas receptoras

Código	Peso inicial	Peso final	$\Delta W = w_{Final} - w_{Inicial}$ (g)	PAS (mg/cm ² /30 días)
	Placa + vaselina (g)	Placa + vaselina + PAS (g)		
EM01CoB-P01	71,8331	71,8576	24,5	0,387
EM01CoB-P02	97,9159	97,9301	14,2	
EM01CoB-P03	72,1516	72,1749	23,3	0,191
EM01CoB-P04	71,3365	71,3323	-4,2	
EM02CSB-P01	70,4968	70,5459	49,1	0,621
EM02CSB-P02	72,4375	72,4505	13,0	
EM02CSB-P03	71,3818	71,4331	51,3	0,79
EM02CSB-P04	69,9596	69,9873	27,7	
EM03BxP-P01	99,0259	99,0144	-11,5	0,266
EM03BxP-P02	72,2466	72,2847	38,1	
EM03BxP-P03	97,6491	97,6944	45,3	13,149
EM03BxP-P04	70,1018	71,3714	1269,6	
EM04SERP-P01	71,0074	71,0489	41,5	0,933
EM04SERP-P02	71,3111	71,3629	51,8	
EM04SERP-P03	97,1196	97,1749	55,3	0,894
EM04SERP-P04	71,2230	71,2571	34,1	

OBSERVACIÓN:

Dos de las placas receptoras registraron un peso final menor al registrado inicialmente, esto es debido a que el adherente colocado en las placas se derritió.

ANEXO 6. Certificado de calibración del sonómetro LARSON DAVIS, modelo LxT1



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración




LAC - 211 - 2020

Laboratorio de Acústica

Página 1 de 9

Expediente	1032046	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA	
Dirección	Calle Inclán 404	
Instrumento de Medición	Sonómetro	
Marca	LARSON DAVIS	
Modelo	LxT1	
Procedencia	ESTADOS UNIDOS	
Resolución	0,1 dB	
Clase	1	
Número de Serie	0005916	
Micrófono	PCB 377B02	
Serie del Micrófono	313929	
Fecha de Calibración	2020-11-30	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

	Responsable del área	Responsable del laboratorio
	 <p>Firmado digitalmente por QUIJSPE CUSIPUMA Billy Berino FAU 20600288915 soft Fecha: 2020-11-30 16:40:26</p>	 <p>Firmado digitalmente por GUEVARA CHUQUILLANQUI Giancarlo Miguel FAU 20600288915 soft Fecha: 2020-11-30 16:02:50</p>
	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>

ANEXO 8. Conteo vehicular en la zona céntrica de Tacna**Tabla 17***Conteo vehicular horario diurno*

Punto de Monitoreo	Tipo de vehículo					TOTAL
	Minibús	Combi	Taxi	Particular	Moto	
P01	29	7	67	72	12	187
P02	32	12	67	48	2	161
P03	31	7	66	64	9	177
P04	35	9	59	59	7	169
P05	37	7	46	45	1	136
P06	34	6	42	34	7	123
P07	31	7	75	63	14	190
P08	6	7	84	83	8	188
P09	8	7	78	89	18	200
TOTAL	243	69	584	557	78	

Tabla 18*Conteo vehicular horario nocturno*

Punto de Monitoreo	Tipo de vehículo					TOTAL
	Minibús	Combi	Taxi	Particular	Moto	
P01	25	4	80	76	11	196
P02	31	7	72	47	5	162
P03	32	5	96	81	15	229
P04	27	6	76	55	7	171
P05	30	6	69	56	11	172
P06	30	6	57	45	6	144
P07	30	3	122	107	10	272
P08	5	7	96	65	7	180
P09	8	6	89	85	14	202
TOTAL	218	50	757	617	86	

ANEXO 9. Pruebas de Normalidad

En las tablas de prueba de normalidad de Ruido y PAS, se observa que dichas variables tienen una distribución normal al observar las pruebas de Shapiro-Wilk, considerando que se tienen menos de 50 observaciones por variable, así mismo las significancias resultan ser mayores a 0,05, aceptando que los datos analizados provienen de una distribución normal y que para posteriores análisis se pueden usar pruebas estadísticas paramétricas.

Tabla 19

Pruebas de normalidad: Ruido

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RUIDO 2018	0,244	9	0,132	0,843	9	0,063
RUIDO 2021	0,178	9	0,200*	0,952	9	0,711

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Tabla 20

Prueba de normalidad: PAS

Medición	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk ^a		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PAS 2017	0,253	4	.	0,915	4	0,509
PAS 2021	0,294	4	.	0,880	4	0,338

.Nota. a = se interpreta la prueba por la cantidad de datos analizados (<50 datos)

ANEXO 10. Fotografías del monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable

Monitoreo Polvo Atmosférico Sedimentable – SERPOST

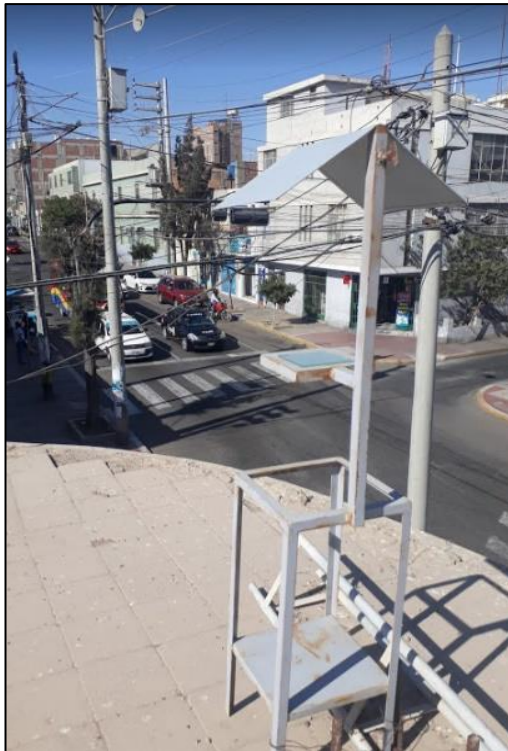


Monitoreo Polvo Atmosférico Sedimentable – Centro de Salud Bolognesi

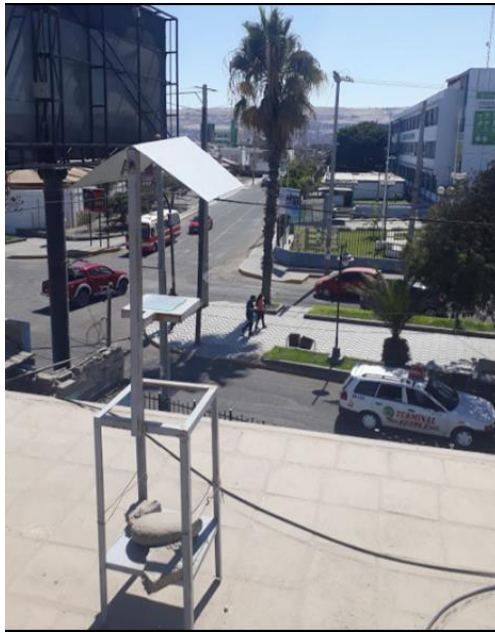
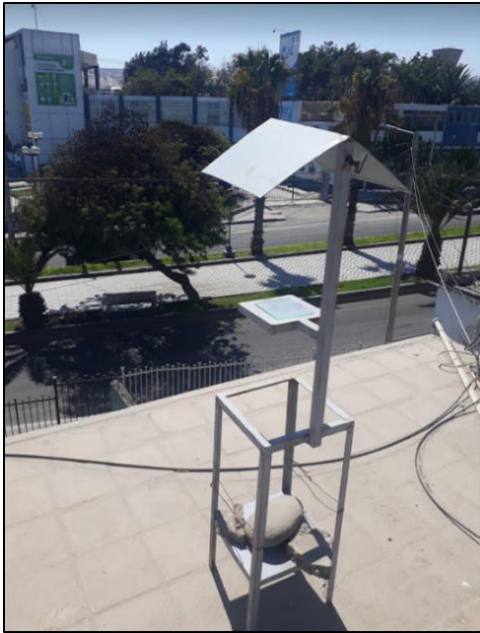




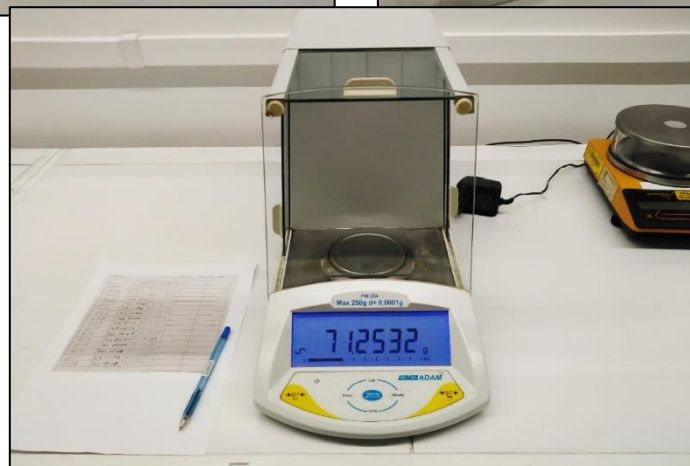
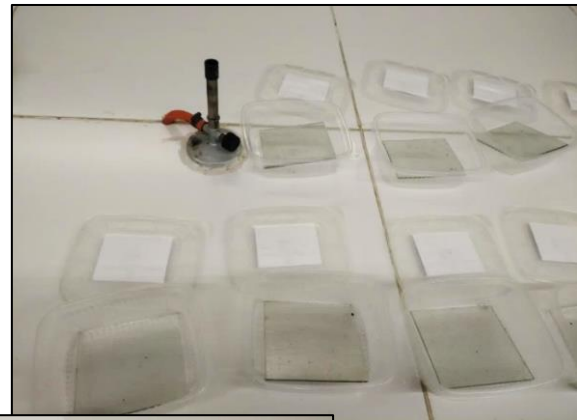
Monitoreo Polvo Atmosférico Sedimentable – Compañía de Bomberos N°24



Monitoreo Polvo Atmosférico Sedimentable – Av. Bolognesi / Av. Pinto



ANEXO 11. Fotografías del pesaje de las placas receptoras en laboratorio



ANEXO 12. Fotografías del monitoreo de ruido







