

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



TESIS

**“FORMULACIÓN DE PLAN DE MITIGACIÓN DE CALIDAD
AMBIENTAL DEL RUIDO PRODUCIDO POR EL PARQUE
AUTOMOTOR Y PERCEPCIÓN EN INSTITUCIONES
EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE TACNA”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. FRANK ENRIQUE FLORES RAMOS

Bach. FABRICIO AXL GÓMEZ PANTIGOSO

TACNA – PERÚ

2024

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

TESIS

**“FORMULACIÓN DE PLAN DE MITIGACIÓN DE CALIDAD
AMBIENTAL DEL RUIDO PRODUCIDO POR EL PARQUE
AUTOMOTOR Y PERCEPCIÓN EN INSTITUCIONES
EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE TACNA”**

Tesis sustentada y aprobada el 29 de octubre del 2024; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Mtra. MILAGROS HERRERA REJAS

SECRETARIO : MSc. MARISOL MENDOZA AQUINO

VOCAL : Dr. RICHARD SABINO LAZO RAMOS

ASESOR : Ing. RICARDO WILLIAM NAVARRO AYALA

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Frank Enrique Flores Ramos y Fabricio Axl Gómez Pantigoso, egresados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 72554048 y 75094536 respectivamente, así como Ricardo William Navarro Ayala con DNI 07160720; declaramos en calidad de autores y asesor que:

1. Somos los autores de la tesis titulado: “*Formulación de plan de mitigación de calidad ambiental del ruido producido por el parque automotor y percepción en instituciones educativas de la ciudad de Tacna*”, la cual presentamos para optar el *Título Profesional de Ingeniero de Ambiental*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

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

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

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

Tacna, 15 de Octubre del 2024



Frank Enrique Flores Ramos
DNI: 72554048



Ricardo William Navarro Ayala
DNI: 07160720



Fabricio Axl Gómez Pantigoso
DNI: 75094536

DEDICATORIA

A mis padres Jakeline Ramos y Francisco Flores por su amor y apoyo incondicional, por ser un ejemplo de perseverancia, constancia y ser mi pilar fundamental de mi vida personal, académica y profesional. Sin su apoyo y paciencia, esto no sería posible.

Frank Enrique Flores Ramos

A mis abuelos que siempre me inculcaron el crecer profesionalmente y cumplir mis promesas, a mis queridos padres, Jorge Gómez y Yesenia Pantigoso, cuyo amor y apoyo incondicional han sido la base de mi crecimiento. A mi tío Jorge Pantigoso, por su sabiduría y aliento constante. Y a mi compañera Elian Soto, quien me ha ayudado a formarme como persona y profesional; tu amistad y dedicación han sido fundamentales en este viaje. Esta tesis es un tributo a su apoyo y a todo lo que me han enseñado.

Fabricio Axl Gómez Pantigoso

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por su gran apoyo que me brindaron al realizar este proyecto, por desearme siempre lo mejor, a enseñarme a cumplir mis metas y estar siempre ahí para mí.

Al personal administrativo y docente de cada una de las Instituciones Educativas presentes en esta investigación por su colaboración y disposición.

Frank Enrique Flores Ramos
Fabricio Axl Gómez Pantigoso

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Justificación e Importancia.....	3
1.3.1. Justificación social.....	3
1.3.2. Justificación ambiental.....	4
1.3.3. Justificación económica.....	4
1.3.4. Importancia.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Hipótesis.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	7
2.1.3. Antecedentes locales.....	9
2.2. Bases teóricas.....	10
2.2.1. Sonido.....	10
2.2.2.1. Características físicas del sonido	10
2.2.2.2. Mecanismos de propagación del sonido	10

2.2.2. Ruido.....	11
2.2.2.1. Unidades de medición del ruido.....	12
2.2.2.2. Impactos del ruido en la salud.....	12
2.2.3. Fuentes de ruido.....	12
2.2.3.1. Fuentes fijas.....	12
2.2.3.2. Fuentes móviles.....	13
2.2.4. Nivel de presión sonora continuo equivalente.....	13
2.2.5. Estándares de calidad ambiental para ruido.....	13
2.2.6. Norma técnica peruana ISO 1996:1	14
2.2.7. Sonómetro.....	14
2.2.7.1. Calibración y certificación.....	14
2.2.8. Percepción ambiental.....	15
2.3. Definición de términos.....	15
2.3.1. Decibel.....	15
2.3.2. ECA.....	15
2.3.3. Horario diurno.....	15
2.3.4. Mapa de ruido.....	15
2.3.5. Monitoreo ambiental.....	15
2.3.6. Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeqT)	16
2.3.7. Parque automotor.....	16
2.3.8. Plan de mitigación de ruido.....	16
2.3.9. Zona comercial	16
2.3.10. Zona de protección especial.....	16
2.3.11. Zona residencial.....	17
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	18
3.1. Diseño de la investigación.....	18
3.2. Acciones y actividades.....	18
3.2.1. Mediciones de la calidad ambiental del ruido para instituciones educativas de la ciudad de Tacna.....	18
3.2.2. Realización de encuestas a docentes de instituciones educativas de la ciudad de Tacna.....	20
3.2.3. Formulación de estrategias de mitigación de la contaminación sonora para instituciones educativas de la ciudad de Tacna.....	20
3.3. Materiales y/o instrumentos.....	21
3.3.1. Instrumentos para monitoreo de ruido.....	21
3.3.2. Materiales para realización de encuestas	21
3.4. Población y/o muestra de estudio.....	21

3.5. Operacionalización de variables.....	23
3.6. Procesamiento y análisis de datos.....	23
CAPÍTULO IV.RESULTADOS.....	24
4.1. Monitoreos de ruido realizados en el exterior e interior de las instituciones educativas de la ciudad de Tacna comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según la zonificación establecida.....	24
4.2. Zonificación por mapas de ruido en las instituciones educativas.....	26
4.3. Percepción del ruido en los docentes de las instituciones educativas de la ciudad de Tacna.....	34
4.3.1. Resultados de las encuestas por pregunta sobre percepción del ruido realizada a docentes de las Instituciones educativas.....	34
4.4. Análisis estadístico y contraste de hipótesis.....	44
4.4.1. Análisis de datos estadísticos obtenidos de medición de ruido.....	44
4.4.2. Análisis de datos estadísticos obtenidos de encuestas.....	45
4.5. Formulación del Plan de Mitigación de ruido para las instituciones educativas.....	50
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....	54
CONCLUSIONES.....	56
RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándares de calidad ambiental para ruido por zona de aplicación según el D.S. N° 085-2003-PCM6.....	13
Tabla 2. Ubicación de puntos de monitoreo.....	19
Tabla 3. Docentes de nivel primario encuestas en cada I.E.....	22
Tabla 4. Operacionalización de variables de investigación	23
Tabla 5. Resumen de pruebas t de student para muestras con distribución normal (Valor de prueba = 50 dB)	47
Tabla 6. Resumen de la Prueba de Wilcoxon para Muestras sin distribución normal (Valor de prueba = 50dB).....	47
Tabla 7. Agrupación de la percepción del ruido en las instituciones educativas de la ciudad de Tacna.....	48
Tabla 8. Prueba de Wilcoxon para probar si existe percepción negativa.....	52
Tabla 9. Plan de Mitigación de la calidad de ruido para Instituciones Educativas de la ciudad de Tacna.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Reflexiones del sonido en el interior de un ambiente cerrado.....	11
Figura 2. Monitoreo de ruido exterior en las I.E. de la ciudad de Tacna.....	24
Figura 3. Monitoreo de ruido interior en las I.E. de la ciudad de Tacna.....	26
Figura 4. Mapa de calidad ambiental de ruido en el exterior de la I.E. “San José Fe y Alegría N° 40”.....	29
Figura 5. Mapa de calidad ambiental de ruido en el interior de la I.E. “San José Fe y Alegría N° 40”.....	30
Figura 6. Mapa de calidad ambiental de ruido en el exterior de la I.E. “Modesto Basadre”.....	31
Figura 7. Mapa de calidad ambiental de ruido en el interior de la I.E. “Modesto Basadre”.....	32
Figura 8. Mapa de calidad ambiental de ruido en el exterior de la I.E. “Carlos Armando Laura”.....	33
Figura 9. Mapa de calidad ambiental de ruido en el interior de la I.E. “Carlos Armando Laura”.....	34
Figura 10: Mapa de calidad ambiental de ruido en el exterior de la I.E.P. “Paradise Internacional College”.....	35
Figura 11: Mapa de calidad ambiental de ruido en el interior de la I.E.P. “Paradise Internacional College”.....	36
Figura 12: Resultados de la pregunta “Está de acuerdo que la información que tiene sobre los niveles de ruido de su institución educativa es buena”.....	37
Figura 13: Resultados de la pregunta “Está de acuerdo que el nivel de ruido del parque automotor ha aumentado en los últimos años.....	38
Figura 14: Resultados de la pregunta “Está de acuerdo que el nivel de ruido proveniente del parque automotor es excesivo durante las horas de clase”.....	39
Figura 15: Resultados de la pregunta “Está de acuerdo que la ubicación geográfica de su institución educativa influye en la exposición al ruido del parque automotor”.....	39
Figura 16: Resultados de la pregunta “El tipo de edificaciones alrededor de la institución educativa modera el impacto del ruido del parque automotor”.....	40

Figura 17: Resultados de la pregunta “El diseño arquitectónico de la institución educativa ayuda a mitigar el ruido del parque automotor”	41
Figura 18: Resultados de la pregunta “Está de acuerdo que las autoridades municipales deberían tomar medidas más estrictas para controlar el ruido del parque automotor”	42
Figura 19: Resultados de la pregunta “Considero que la comunidad educativa tiene un papel importante en sensibilizar sobre los efectos del ruido del parque automotor”	43
Figura 20: Resultados de la pregunta “Considero que el ruido producido por vehículos cercanos a su Institución educativa interfiere con la enseñanza durante las clases” ...	44
Figura 21: Resultados de la pregunta “Considero que la implementación de plataformas digitales para reportar niveles de ruido excesivos sería beneficiosa”	45
Figura 22: Visualización de frecuencia de percepción de ruido en la institución educativa Fe y Alegría.....	49
Figura 23: Visualización de frecuencia de percepción de ruido en la institución educativa Modesto Basadre.....	50
Figura 24: Visualización de frecuencia de percepción de ruido en la institución educativa Carlos Armando Laura.....	50
Figura 25: Visualización de frecuencia de percepción de ruido en la institución educativa Paradise.....	51

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	64
Anexo 2. Certificado de calibración del sonómetro.....	65
Anexo 3. Diseño de la encuesta.....	67
Anexo 4. Prueba de Normalidad en análisis estadístico de las mediciones (tamaño de muestra 27).....	68
Anexo 5. Distribución de puntos de monitoreo y medición en cada I.E.....	68
Anexo 6: Codificación de campo de puntos de monitoreo.....	71
Anexo 7. Conteo del flujo vehicular en las Instituciones educativas de la ciudad de Tacna.....	72
Anexo 8. Validación de encuestas realizadas en la investigación.....	74
Anexo 9. Panel fotográfico.....	75

RESUMEN

En el presente estudio titulado “Formulación de plan de mitigación de calidad ambiental del ruido producido por el parque automotor y percepción en instituciones educativas de la ciudad de Tacna” tuvo como objetivo la formulación de un plan de mitigación para la I.E. “Modesto Basadre”, I.E. “San José Fe y Alegría N° 40”, I.E. “Carlos Armando Laura” y la I.E.P. “Paradise Internacional College” de la ciudad de Tacna en la cual se propusieron soluciones innovadoras para la mitigación de los niveles de ruido excesivos. Por lo tanto, se realizó la evaluación de los niveles de ruido en el exterior e interior de cada una de ellas y la percepción de los docentes se pudo plantear de manera concisa. Se realizaron los monitoreos de presión sonora durante tres días, teniendo 03 puntos de monitoreo en el exterior y 03 puntos en el interior de cada Institución Educativa con una duración de diez minutos por cada medición en horario diurno. Los resultados obtenidos de los monitoreos realizados fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, conforme a la normativa peruana vigente, en la cuál, se determinó que los niveles de ruido en el exterior e interior de las Instituciones Educativas superaron los ECA's para zonas protección especial en horario diurno, con registros como valor máximo obtenido de 71.53 dB y 66.66 dB en la I.E. San José Fe y Alegría en el exterior e interior respectivamente, 71.53 dB y 75.17 en la I.E. Modesto Basadre, 72.90 dB y 73.17 dB en la I.E. Carlos Armando Laura y los valores de 64.53 dB y 65.43 dB en la I.E.P. Paradise International College. Además, se realizaron mapas de ruido de acuerdo a la zonificación de cada colegio y se desarrolló una encuesta en escala de Likert a los docentes sobre su percepción que tienen con respecto a los niveles de ruido en su Institución Educativa, dando como resultado que un 61.11% de los docentes de la I.E. Fe y Alegría perciben una percepción negativa, un 70% en la I.E. Modesto Basadre, el 100% en la I.E. Carlos Armando Laura y un 21.43% de los docentes de la I.E.P. Paradise, comprobados mediante la prueba estadística de Wilcoxon.

Palabras clave: plan de mitigación, niveles de ruido, zonas de protección especial, percepción de ruido negativa.

ABSTRACT

In this study entitled "Formulation of a plan for the mitigation of environmental quality of the noise produced by the vehicle fleet and perception in educational institutions of the city of Tacna" the objective was the formulation of a mitigation plan for the I.E. "Modesto Basadre", I.E. "San José Fe y Alegría N° 40", I.E. "Carlos Armando Laura" and the I.E.P. "Paradise Internacional College" of the city of Tacna in which innovative solutions were proposed for the mitigation of excessive noise levels. Therefore, the evaluation of the noise levels outside and inside each of them was carried out and the perception of the teachers could be concisely stated. Sound pressure monitoring was carried out for three days, having 03 monitoring points outside and 03 points inside each Educational Institution with a duration of ten minutes for each measurement during the day. The results obtained from the monitoring carried out were compared with the National Environmental Quality Standards for Noise, in accordance with current Peruvian regulations, in which it was determined that the noise levels outside and inside the Educational Institutions exceeded the ECA's for special protection zones during daytime hours, with records as the maximum value obtained of 71.53 dB and 66.66 dB in the I.E. San José Fe y Alegría in the exterior and interior respectively, 71.53 dB and 75.17 at the I.E. Modesto Basadre, 72.90 dB and 73.17 dB at the I.E. Carlos Armando Laura and the values of 64.53 dB and 65.43 dB at the I.E.P. Paradise Internacional College. In addition, noise maps were made according to the zoning of each school and a Likert scale survey was developed to teachers about their perception of noise levels in their Educational Institution, resulting in 61.11% of the teachers of the I.E. Fe y Alegría perceiving a negative perception. 70% in the I.E. Modesto Basadre, 100% in the I.E. Carlos Armando Laura and 21.43% of the teachers of the I.E.P. Paradise, verified by the Wilcoxon statistical test.

Keywords: mitigation plan, noise levels, special protection zones, negative noise perception.

INTRODUCCIÓN

La contaminación sonora se ha convertido en un problema ambiental crítico en las últimas décadas, afectando tanto la calidad de vida de las comunidades como la salud de sus habitantes. En este contexto, la ciudad de Tacna, a pesar de no presentar un alto nivel de congestión vehicular en términos generales, enfrenta desafíos significativos en áreas específicas donde la intensidad del tráfico y las actividades cotidianas generan niveles de presión sonora que exceden los límites permitidos. Este fenómeno es especialmente preocupante en las instituciones educativas, donde niños y docentes son particularmente vulnerables a los efectos adversos del ruido.

En la ciudad de Tacna, aunque no se muestra un alto nivel de congestión vehicular, existen zonas específicas donde la intensidad del tráfico genera niveles de ruido excesivos. Esto es especialmente significativo en las instituciones educativas, donde el exceso de ruido puede interferir en el proceso de enseñanza y aprendizaje, afectando tanto el bienestar de los estudiantes como el desempeño de los docentes en clase. Además, el crecimiento poblacional de Tacna ha generado un aumento en la congestión vehicular en las principales calles y avenidas de la ciudad, lo que ha intensificado la contaminación sonora en estas zonas de protección especiales.

La presente investigación se centra en evaluar la contaminación sonora en cuatro instituciones educativas de Tacna, con el objetivo de determinar si los niveles de ruido en el exterior y su interior superan los estándares establecidos por la normativa nacional. En este sentido, se plantea la formulación de un plan de mitigación que busque mejorar la calidad ambiental de estos espacios, garantizando un entorno propicio para el aprendizaje y desarrollo de los estudiantes. A través de un análisis detallado de la percepción de los docentes y la medición de los niveles de presión sonora, se pretende ofrecer un enfoque integral que no solo identifique el problema, sino que también proponga soluciones efectivas y sostenibles.

Este estudio no solo es relevante por su contribución a la comprensión de la contaminación acústica en entornos educativos, sino también por su potencial impacto social. La implementación de medidas adecuadas puede mejorar la calidad de vida de estudiantes y docentes, al tiempo que promueve la conciencia sobre la importancia de un ambiente saludable. Además, se busca incentivar el diálogo entre la comunidad educativa y las autoridades locales, propiciando una colaboración que fomente políticas públicas efectivas en la gestión del ruido urbano.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

Actualmente, la contaminación sonora ha experimentado un preocupante aumento en los últimos años, como consecuencia del acelerado crecimiento económico que afecta los biomas cercanos y genera gran inquietud a nivel mundial. Este fenómeno está presente en todas las sociedades y tiene un impacto particularmente significativo en los niños y las personas mayores.

En consecuencia, la exposición prolongada a altos niveles de contaminación sonora tiene efectos perjudiciales para la salud. En el caso de los niños, puede alterar su forma de comunicarse, su capacidad de retención y memoria a largo plazo, además de generar estrés y afectar su audición, incluso llegando a la sordera.

Si bien la ciudad de Tacna no se caracteriza por tener un alto congestionamiento vehicular, existen áreas específicas, como las concurridas avenidas y calles del centro de Tacna, donde el tráfico es intenso y los niveles de presión sonora afectan a las zonas educativas, residenciales y comerciales cercanas, además de la constante generación de ruido por los propios estudiantes y comunidad realizando actividades dentro de los colegios.

Por lo tanto, resulta necesario determinar técnicamente los niveles de presión sonora, especialmente en esta zona central de la ciudad, donde los más pequeños se ven afectados.

Por ende, la investigación trató de determinar si las instituciones educativas de la ciudad de Tacna: I.E. "Modesto Basadre", I.E. "San José Fe y Alegría N° 40", I.E. "Carlos Armando Laura" y la I.E.P. "Paradise Internacional College" sobrepasan los ECA de ruido en su exterior o interior y con los datos obtenidos, se formular un plan de mitigación de la calidad ambiental de ruido, los valores obtenidos se estimaron utilizando la normativa vigente establecida en el Decreto Supremo N° 85-2003-PCM "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido", detallando que, en el Perú, las instituciones educativas, tanto escuelas, colegios como universidades, son consideradas como zonas de protección especial, con un límite máximo de ruido permitido de 50 dB.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Será posible formular un plan de mitigación de calidad ambiental de ruido producido por el parque automotor en instituciones educativas de la ciudad de Tacna?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles serán los niveles de contaminación sonora producidos por el parque automotor en instituciones educativas de la ciudad de Tacna?
- b. ¿Cuál es la percepción de los docentes de las instituciones educativas respecto a los niveles de ruido producidos por el parque automotor de la ciudad de Tacna?
- c. ¿Qué estrategias serán las más adecuadas para contrarrestar los niveles de contaminación sonora excedentes en instituciones educativas de la ciudad de Tacna?

1.3. Justificación e Importancia

1.3.1. Justificación social

En nuestro tiempo, el ruido se ha convertido en un factor disruptivo en la vida diaria, especialmente de las grandes ciudades y centros turísticos. Tanto en el ámbito laboral como en el de ocio y descanso, se generan eventos que liberan energía en diversas formas y grados. El ruido es la manifestación de esta energía liberada, y puede afectar tanto el oído humano como el estado psicológico, además de interferir en el desempeño de funciones de manera costosa. (De Esteban Alonso, 2003).

Se debe tener en cuenta que los estudiantes y profesores que se exponen a altos niveles de ruido en entornos ruidosos pueden experimentar insomnio y fatiga al despertar, lo cual puede afectar su rendimiento académico a lo largo del día. Los registros electroencefalográficos demuestran que las personas que duermen en presencia de ruido tienen menos episodios de sueño REM. El momento en que ocurren los sonidos durante el sueño, la sensibilidad humana y la adecuación a los sonidos son aspectos que repercuten en perturbaciones a futuro. Debido a todo lo que implica, es de suma importancia respetar los niveles de ruido durante el sueño de los estudiantes más jóvenes en las escuelas (González Sánchez y Fernández Díaz, 2014).

1.3.2. Justificación ambiental

La presencia de ruido en las escuelas es un factor de suma importancia que debe tenerse en cuenta, ya que perjudica la salud de los más pequeños en diversas fases de la vida, inclusive van desde edades tempranas, así como la de los docentes (Amable Álvarez, y otros, 2021).

Por ello, es de suma importancia llevar a cabo la formulación de un plan de mitigación y evaluación del ruido ambiental en instituciones educativas de la ciudad de Tacna para contrarrestar este fenómeno. Estas instituciones se encuentran en el centro de la ciudad de Tacna y carecen de la infraestructura necesaria para reducir los niveles de ruido. Por lo tanto, están expuestas al tráfico intenso de las calles y avenidas cercanas. Esta evaluación es un valioso aporte social que ayudará a establecer directrices y orientaciones necesarias en el ámbito científico, contribuyendo así a las decisiones pertinentes por parte de las autoridades encargadas para el campo de la protección ambiental.

1.3.3. Justificación económica

Existen varios elementos que contribuyen a la generación de ruido urbano. En primer lugar, sin duda alguna, está el tráfico vehicular, especialmente el transporte público, que incluye motocicletas, camiones y, en menor medida, automóviles. Además, tenemos las fábricas, como las embotelladoras y carpinterías, que cuentan con generadores, compresores y sistemas de bombeo. También hay lugares de entretenimiento, en particular espectáculos, como cafés bailables, discotecas, cines y estadios deportivos, así como áreas de juegos, bares y restaurantes. (Miyara, 1995). Estos medios de generación de ruido son un medio importante en la generación económica de Tacna, por ello es importante que la armonía esté presente entre el parque automotor y las escuelas.

1.3.4. Importancia

Esta investigación tiene un valor significativo al ofrecer un modelo para otras ciudades que enfrentan problemas similares de contaminación acústica. Promueve una mayor conciencia sobre la necesidad de regular el ruido y destaca la importancia de involucrar a la comunidad educativa en la búsqueda de soluciones. Este enfoque fomenta un sentido de responsabilidad colectiva hacia la mejora del entorno escolar. Además, los resultados de este estudio pueden influir en la formulación de políticas públicas que prioricen la salud y el bienestar de los ciudadanos, garantizando que la planificación urbana y la creación de espacios educativos sean adecuadas y sostenibles.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Formular un plan de mitigación de calidad ambiental de ruido producido por el parque automotor en instituciones educativas de la ciudad de Tacna.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Identificar los niveles de contaminación sonora producidos por el parque automotor en instituciones educativas de la ciudad de Tacna.
- b. Evaluar la percepción de los docentes de las instituciones educativas respecto a los niveles de ruido producidos por el parque automotor en la ciudad de Tacna.
- c. Proponer estrategias para contrarrestar los niveles de contaminación sonora en instituciones educativas de la ciudad de Tacna.

1.5. Hipótesis

La evaluación ambiental permitirá formular un plan de mitigación de calidad ambiental de ruido producido por el parque automotor en instituciones educativas de la ciudad de Tacna.

- a. Los niveles de contaminación sonora producidos por el parque automotor en instituciones educativas de la ciudad de Tacna superan los estándares de calidad ambiental para ruido.
- b. Los docentes de instituciones educativas de la ciudad de Tacna tienen una percepción negativa sobre los niveles de ruido producidos por el parque automotor en la ciudad de Tacna.
- c. Las estrategias elegidas son eficientes para contrarrestar los niveles de contaminación sonora en instituciones educativas de la ciudad de Tacna.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Veliz (2022), con su tesis de investigación titulada “Análisis comparativo de la incidencia del ruido por tráfico vehicular en Instituciones Educativas de la ciudad de Esmeralda” recopiló información de lugares cercanos y realizó la comparación con la normativa ecuatoriana, posterior, realizó los monitoreos de ruido y propuso la creación de mapas de ruido, finalmente, se determinó que en las I.E. de Esmeralda estaban siendo afectadas por el flujo vehicular principalmente en las horas punta sin control y/o supervisión.

Silva y Solís (2019), con su investigación titulada “Relaciones entre la exposición a ruido de tráfico vehicular y la evaluación educativa en los colegios de la zona urbana de Quito” se determinó si existe relación entre la generación de ruido proveniente del tráfico con la calidad de estudio de los colegios de Quito, por ello, se ha llevado a cabo un estudio sobre cómo el ruido del tráfico afecta a las escuelas de Quito, utilizando el mapa de ruido de la ciudad. Este análisis ha revelado los niveles de ruido a los que están expuestas estas escuelas, la cual permitió realizar las comparaciones estadísticas entre diversos aspectos de la evaluación "Ser Bachiller" y su relación con el nivel de ruido, teniendo como resultado mediante la relación de variables y análisis estadístico que mientras mayor sea el nivel de ruido por flujo vehicular, las notas de los estudiantes son bajas.

Llanos y Suárez (2019), en su tesis titulada “Análisis y evaluación del ruido ambiental generado por los establecimientos nocturnos en los barrios el Samán y la Independencia del Municipio de Acacías, departamento del meta, Colombia” efectuó los procedimientos de la Norma Nacional de Ruido de Colombia, con ello, pudo realizar las mediciones de ruido en un total de doce puntos con intervalos de tres minutos, ante ello, se hizo uso del software Minitab por un correcto estudio ambiental. Se realizaron mapas de ruido con el software ArcGIS, teniendo como resultado el incumplimiento a las normativas colombianas de ruido y se propusieron medidas de mitigación constantes.

Arteaga (2018), en su investigación titulada “Caracterización de niveles de ruido en dos aulas de la Universidad Pedagógica Nacional: condiciones de aislamiento, tiempo de reverberación e inteligibilidad de la palabra” planteó la modalidad de

exposición de los niveles de ruido de dos aulas de la UPN, en donde se examinaron las condiciones sonoras de los lugares estudiados y los impactos del ruido en el cuerpo humano. Se llevó a cabo una evaluación para determinar su claridad. Luego, se analizaron los resultados con los ECA de ruido. Posteriormente, se simuló aulas en buena condición utilizando el software RAMSETE, con el objetivo de mejorar la comprensibilidad del habla, teniendo como resultado la poca comprensión que tiene la comunidad de ambos salones con la problemática que presenta los altos niveles de ruido.

Bobadilla, Contreras y Medina (2018), en su tesis titulada “Características del impacto del ruido externo en las prácticas pedagógicas de las profesoras del Colegio Amigos de la comuna de Pedro Aguirre Cerda” describieron el impacto del ruido proveniente de diversas fuentes sonoras en las maestras del Colegio Amigos, y cómo éste afecta sus métodos de enseñanza, su bienestar físico y emocional, así como su estado mental y cognitivo, por ello, realizaron entrevistas y formularios para un grupo de profesoras de distinta edad y se evaluó con los antecedentes presentados, teniendo como conclusión, que las profesoras del colegio Amigos presentaron malestares por el ruido excesivo combinado con el tráfico vehicular de las zonas aledañas.

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Huayllahua (2023), en su investigación titulada “Medición de ruido ambiental y grado de percepción en estudiantes dentro de dos instituciones educativas del distrito de Iquitos, 2023” se realizaron las mediciones de nivel de ruido en la I.E. Túpac Amaru y la I.E. Remanente de Dios, en donde se establecieron los puntos de muestreo en el interior y exterior de cada Institución Educativa, utilizando el sonómetro y encuestas a los estudiantes, determinado finalmente que, ambas Instituciones Educativas sobrepasan los 60 dB para zona residencial, y los estudiantes pudieron tener en cuenta mediante las encuestas que son afectados por el comercio y tráfico vehicular.

García y Martínez (2021), en su tesis titulada “Evaluación del ruido ambiental en cuatro instituciones educativas de nivel primario en el área urbana del distrito de Huancavelica”, determinaron la valorización de los niveles de ruido durante los meses de Febrero y Marzo del año 2020, los cuales se realizaron en tres monitoreos, teniendo como resultados finales que el ruido en las cuatro instituciones educativas no superaron los 50 dB determinados por la Normativa Ambiental peruana para las zonas de protección especial.

Condori (2019), con su investigación titulada “Evaluación de la contaminación acústica en los centros educativos de la avenida circunvalación oeste en la ciudad de Juliaca, 2019” destaca la realización del monitoreo ambiental en el periodo de tres días en el exterior de cada centro educativo, exactamente en el frontis de estos, además, realizó encuestas para la población estudiantil utilizando el Test de Toulouse, teniendo como conclusiones que el nivel de ruido sobrepasa los ECA para ruido en los cuatro centros educativos de Juliaca y se relaciona constantemente con el nivel de atención estudiantil.

Rivera (2019), en su investigación titulada “Diseño de un plan de mitigación del nivel de ruido ambiental en el mercado de abasto del distrito de Huamachuco, año 2019” determinó la medición en 5 puntos del mercado de abastos de Huamachuco, en donde se obtuvieron datos sobrepasando los 100 dB, por ende, por normativa estaban determinados como 70 dB para zonas comerciales, luego, se diseñaron mapas de ruido de la zona y se concluyó con el diseño de un plan de mitigación para mejorar la vida de la población y reducir los niveles de ruido.

Wissar (2017), en su investigación titulada “Influencia del ruido ambiental – ocupacional en la perturbación de los trabajadores del colegio Trilce de la ciudad de Huancayo durante el año 2015” se determinó el método de modelación de mapas de ruido de la zona, se realizó el monitoreo de ruido con sonómetro y dosímetros y se aplicaron cuestionarios de cuantificación en estrés y fatiga, dando como resultados que el ruido ambiental supera la normativa peruana y los trabajadores tuvieron una alta relación positiva.

Santisteban (2013), en su tesis de investigación titulada “Niveles de ruido en cinco (5) colegios de la zona urbana y su percepción en el estado anímico de los alumnos. Iquitos – Loreto” destacó el uso del sonómetro y las mediciones de ruido en el interior y exterior de cada colegio en las horas de 8:00 am a 13:00 pm, además, realizó una encuesta de percepción al alumnado del turno mañana de cada colegio, tomó como cifra neta la cantidad de 100 encuestas por cada colegio teniendo un total de 500 encuestas, teniendo como resultados que el nivel de ruido es mayor en el exterior de los colegios y la comparación entre cada uno de ellos; en el caso de las encuestas, destacó que existe una estrecha relación entre los niveles de ruido de la zona con el estado anímico del alumnado.

2.1.1. Antecedentes Locales

De acuerdo con el estudio realizado por Mamani et al. (2020), se llevó a cabo la confección de un mapa de ruido ambiental que reveló la presencia de niveles elevados de ruido en los alrededores de las instituciones educativas situadas en la zona cercana a Tacna. Asimismo, se encontró que un mapa confeccionado de manera similar refleja quejas similares por parte de las instituciones educativas respecto a los altos niveles de ruido. Para evaluar la percepción social en una comunidad educativa expuesta a niveles elevados de ruido, se llevó a cabo una encuesta. Los resultados arrojaron que la comunidad educativa percibe un alto grado de ruido, ya que la mayoría de las personas asocian los problemas de ruido con dolores de cabeza, dificultad para concentrarse y estrés.

En los mercados de alta concurrencia de Tacna, se han registrado niveles fluctuantes de ruido que exceden los estándares establecidos. Además, se observaron variaciones en los niveles de estrés entre los comerciantes en los mercados concurridos de Tacna. En el mercado Grau y en la Galería Cnel. Mendoza se registró niveles de estrés que se encuentran en un rango que va desde moderado hasta significativo (Churata, 2021).

Las percepciones públicas sobre la contaminación acústica pueden confirmarse mediante encuestas. Más del 80% de los encuestados dijo que el ruido les producía ansiedad y que estaba asociado con el estrés, las alteraciones del sueño y el deterioro del sistema auditivo. Por otro lado, alrededor de 84% de los encuestados no saben dónde presentar quejas por ruido, y la mayoría de los vecinos se sienten molestos por el ruido, pero no han presentado quejas. La producción del mapa de ruido ambiental demostró la presencia de altos niveles de ruido en varios puntos monitoreados estratégicamente alrededor de grupos de vecinos (Tito, 2022).

Según la investigación llevada a cabo por Puma Condori (2022) sobre la atenuación del ruido mediante barreras acústicas de panca de maíz en el Colegio Carlos Armando Laura de Tacna, se analiza la efectividad de estas barreras para disminuir los niveles de presión sonora en la biblioteca del centro educativo. Los resultados indican que, en la primera prueba, donde se emplearon barreras de 6 cm de ancho con 100 % de panca de maíz, se obtuvo una reducción del 22 %, bajando el nivel de ruido de 54,1 dB a 42,0 dB. En la segunda prueba, que utilizó una combinación de 50 % de panca de maíz y 50 % de Tecnopor, se logró una atenuación del 20 %, alcanzando un nivel final de 43,5 dB. Estos resultados destacan la efectividad de las barreras acústicas de panca de maíz para mejorar el entorno de estudio en espacios educativos.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Sonido

Cuando existe el ambiente material, establecido como estados de la materia, el sonido se expande rápidamente como ondas de presión mecánica. A diferencia de otras ondas electromagnéticas, que se catalogan como transversales y se expanden perpendicularmente a los campos eléctrico y magnético, las ondas de sonido son longitudinales, lo que se asimila a que se propagan en una misma dirección que la presión. Desde una perspectiva matemática, las ondas electromagnéticas y las ondas de sonido son muy semejantes. Las ondas de sonido se originan debido a la compresión y rarefacción de las moléculas en el ambiente preciso, a comparación y diferencia de las ondas de luz, que pueden transportarse a través del vacío sin depender de un medio material. En el caso del sonido que viaja a través del aire, se priorizan las partículas que se encuentran cercanas y se mueven de un lado a otro en la dirección de la onda. Cuando existe aire y este se estrecha, y se extiende ocasionalmente, no existe desplazamiento fijo de las moléculas de aire, por ende, confundir el sonido con el viento es inexistente. El ciclo de compresión y rarefacción se repite en un patrón continuo (Pérez, 2001).

2.2.1.1. Características físicas del sonido

Frecuencia (f): Es la cantidad de vibraciones completas por segundo producidas por la fuente de sonido y trasladadas a través de las ondas.

Amplitud: Se refiere al volumen del sonido, también acreditado como intensidad o potencia acústica. La amplitud está relacionada con una porción de potencia que transmiten la frecuencia sonora.

Periodo espacial o longitud: Es el espacio recorrido por un bucle durante un ciclo completo de fluctuación, o alternativamente, el espacio a través de específicamente dos puntos sucesivos de máxima fluctuación.

Fuerza acústica: Es la cantidad de energía producida por las ondas sonoras en un intervalo de tiempo dado. La potencia acústica se relaciona con la amplitud de la onda y se mide en vatios.

Espectro de frecuencias: Representa la distribución de amplitudes o energía acústica para cada frecuencia de las diferentes ondas que conforman el sonido (Coluccio, 2022).

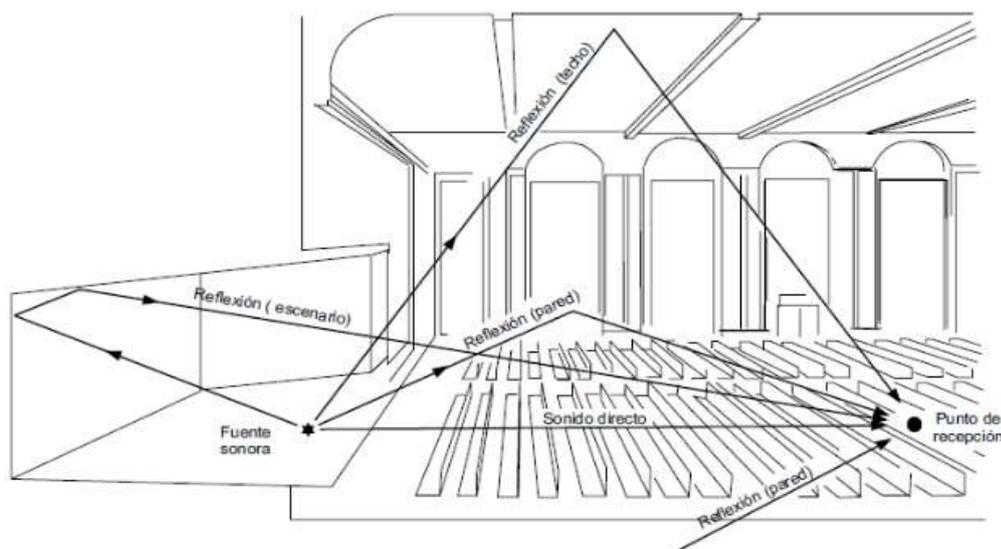
2.2.1.2. Mecanismos de propagación del sonido

En un medio con densidad homogénea, el sonido se propaga en línea recta. Sin embargo, al igual que la luz, las ondas sonoras pueden experimentar un cambio de dirección al ingresar a un medio con densidades notablemente diferentes. Un claro ejemplo de esto se observa en las regiones polares, donde el aire cerca del suelo es más frío que en las capas superiores. En estas condiciones, una onda sonora asciende a una zona más cálida, donde su velocidad de propagación aumenta, se desvía hacia abajo como resultado de la refracción (Pérez, 2001).

En la figura 1 se muestran las reflexiones de sonido producidas en el interior de un ambiente cerrado, en relación con las aulas de las Instituciones Educativas.

Figura 1

Reflexiones del sonido en el interior de un ambiente cerrado



Nota. Adaptado de Bella, C. (s.f.) del sitio web <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/70661/fichero/Cap%C3%ADtulo+II.+Ac%C3%B3stica+Arquitect%C3%B3nica..pdf>. DOC: estudio de la calidad acústica; acústica arquitectónica.

2.2.2. Ruido

El ruido es un fenómeno sonoro provocado por ondas vibratorias irregulares en frecuencia (medidas en período, ciclo o Hertz) y amplitud por segundo, con gran variedad de timbres según su principio material. Es una percepción que, de acuerdo con la física, se produce por oscilaciones de presión específicas fuera del oído. La onda acústica conlleva modificaciones en el medio, produce compresiones y enrarecimiento

que hacen que oscile la presión a través del propio equilibrio establecido. Todas las alteraciones de presión sonora se ejecutan en el interior del oído, provocando vibraciones duras, como también muy forzadas en el tímpano con la misma frecuencia, lo que resulta en un sonido audible (Rodríguez Medrano y A'Gaytán Rodríguez, 2006).

2.2.2.1. Unidades de medición del ruido

La presión y la frecuencia son las dimensiones primordiales que admiten poder medir el ruido. La percepción del volumen o potencia de un sonido y su frecuencia, que especifica su tono, están interconectadas.

El valor de la presión sonora se genera de manera común en términos de nivel de presión sonora, medido en decibelios (dB). Un decibel se consigue al dividir la presión del sonido medida en pascales con la presión del sonido de referencia, que es la presión del sonido audible para los seres humanos, en una escala logarítmica.

Cada frecuencia en el espectro del sonido tiene un distinto resultado y consecuencia en el oído humano. Esto significa que un sonido con tono o frecuencia elevada o alta se percibirá con una superior intensidad que un sonido con tono o frecuencia baja. Al describir el ruido manipulando escalas de ponderación, se tiene en cuenta el hecho descrito. La escala de ponderación A, que se asemeja más a la respuesta del oído humano, llega a ser la más utilizada (INSST, 2020).

2.2.2.2. Impactos del ruido en la salud

El ruido desata una réplica defensiva en nuestro propio organismo. Por lo tanto, uno de nuestros sistemas más primordiales para detectar peligro, el sistema de alerta del ruido, se basa en las relaciones y conexiones sinápticas de aquellas vías relacionadas con la audición, ubicadas en el sistema reticular ascendente y en el hipotálamo. Como resultado de esta respuesta del cuerpo ante una situación peligrosa o detección de una amenaza, se activan una serie de sucesiones hormonales y fisiológicas que nos preparan para huir o luchar. En teoría, estas reacciones son normales, pero después de un período extenso y alargado de exhibición al ruido, se transforman en repulsivas y molestas, lo que, por lo común, se conoce como estrés. La estimulación constante pero subconsciente de los centros cerebrales de alerta conserva e intensifica esta respuesta de estrés anormal, aunque hay una adaptación a los niveles de sonido que puede finalizar como incómoda o fomentar un estado de alerta (Bernabeu Taboada, 2007).

2.2.3. Fuentes de ruido

2.2.3.1. Fuentes fijas

Espectro de frecuencias: Representa la distribución de amplitudes o energía acústica para cada frecuencia de las diferentes ondas que conforman el sonido (Coluccio, 2022).

2.2.3.2. Fuentes móviles

Son aquellas fuentes que cuentan con la capacidad de desplazarse, en esta destacan como son los autos, que estos están diseñados para circular en las vías públicas, o ya sea, en los diferentes tipos de vehículos son que usados para el transporte común y de pasajeros (MINAM, 2018).

2.2.4. Nivel de presión sonora continuo equivalente (Leq)

El nivel de presión sonora continuo equivalente, también conocido como "nivel de presión sonora promediado en el tiempo," es una medida que refleja el nivel promedio de ruido en un periodo específico. Este concepto se utiliza para evaluar la exposición al ruido y su impacto en la salud y el bienestar. Según la norma técnica peruana ISO, este nivel se expresa en decibelios (dB) y se obtiene promediando los niveles de presión sonora registrados durante un intervalo de tiempo determinado, teniendo en cuenta las variaciones en la intensidad del sonido (N.T.P. ISO 1996-1: 2021)

2.2.5. Estándares de calidad ambiental para ruido

El D.S. N° 085-2003-PCM admitió los ECA para el Ruido, con la finalidad de implantar aquellos límites máximos de niveles de ruido que no tienen que superarse en ambientes al aire libre, con el fin de resguardar la salud humana (MINAM, 2003).

Los ECA para ruido llegan a ser una herramienta primordial de un sistema de gestión medioambiental aprovechada para controlar y mitigar la contaminación acústica. Estos estándares se basan en un planeamiento que tiene como objetivo primar a futuro el bienestar, perfeccionar la competencia de la región y, a la vez fomentar el constante crecimiento ambiental perdurable a futuro (MINAM, 2003).

En la tabla 1 se presentan los estándares de calidad ambiental en los horarios diurno y nocturnos catalogados por zona de aplicación, siendo 50 dB como límite para zonas de protección especial en horario diurno.

Tabla 1

Estándares de calidad ambiental para ruido por zona de aplicación según el D.S. N° 085-2003-PCM

Zona de aplicación	Horario diurno	Horario nocturno
Zona de protección especial	50 dB	40 dB
Zona residencial	60 dB	50 dB
Zona comercial	70 dB	60 dB
Zona industrial	80 dB	70 dB

Nota. Adaptado del Ministerio del Ambiente (MINAM), 2003.

2.2.6. Norma técnica peruana ISO 1996:1 & 1996:2

La Norma técnica peruana ISO 1996:1 2020 se centra en la descripción y medición del ruido ambiental, estableciendo definiciones y parámetros clave, como el nivel sonoro y la exposición al ruido. Esta norma ayuda a caracterizar el ruido y a entender su impacto en el medio ambiente y la salud pública. Por otro lado, ISO 1996-2:2021 proporciona directrices para la evaluación de la exposición al ruido, incluyendo métodos para medir y analizar los efectos del ruido sobre la salud humana y el bienestar. Esta norma es esencial para valorar distintos tipos de ruido y su impacto en la calidad de vida (AENOR, 2020).

2.2.7. Sonómetro

Es un instrumento que se pone al cuidado de medir de forma precisa el nivel de presión sonora. Básicamente, está constituido por un sensor primario (un micrófono), contornos eléctricos de conversión, manipulación y transferencia de variables (un módulo de conversión electrónico) y una unidad de figuración o lectura. De esta manera, acata con cada uno de los requisitos indispensables de un instrumento oficial de medición (Felipe Sexto, 2002).

2.2.7.1. Calibración y certificación

Al inicio y al final de cada medición, todo el sistema de medición del nivel de presión sonora debe comprobarse en una o más frecuencias mediante un calibrador de sonido que cumpla los requisitos para instrumentos de clase 1. Sin ningún ajuste adicional, la diferencia entre las lecturas de dos comprobaciones consecutivas debe ser menor o igual a 0,5 dB. Si se excede este valor, se debe descartar los resultados de las

mediciones obtenidos después de la comprobación satisfactoria previa (NTP-ISO 1996-2, 2021)

2.2.8. Percepción ambiental

Compromete el desarrollo de examinar el entorno por medio de los sentidos, lo cual influye en las posturas de la población hacia las características del ambiente, generando sentimientos positivos o negativos (Casa, Cusi, y Vilca, 2019).

2.3. Definición de términos

2.3.1. Decibel

Son aquellas unidades frecuentemente utilizadas para poder expresar los niveles de ruido, en otras palabras, aquella fuerza o magnitud ruidosa. Asimismo, estas representan la reducida y breve variación o impresión acústica que puede ser alcanzada por el oído humano (OEFA, 2016).

2.3.2. ECA

Los Estándares de Calidad Ambiental, implican las magnitudes de acumulación de elementos o sustancias en el medio ambiente que no suponen riesgos potenciales o de menor proporción para la salud humana ni para el medio ambiente. En nuestro país, existen cinco clases diferentes de normas de calidad ambiental: ruido, suelo, radiaciones no ionizantes, aire y agua (MINAM, 2019).

2.3.3. Horario diurno

Es la etapa de tiempo dada desde las 07:01 horas hasta el momento exacto de las 22:00 horas (PCM, 2003).

2.3.4. Mapa de ruido

Un mapa de ruido es un registro geográfico que contiene información acústica relevante y niveles de ruido en una ubicación específica. Se trata de un trazado visual de curvas isofónicas, que representan áreas con igual intensidad de ruido. Estos mapas pueden generarse a través de mediciones, simulaciones, predicciones o cálculos, o mediante una combinación de estos métodos. Los valores de ruido se miden en puntos específicos y se estiman en otros mediante técnicas de extrapolación e interpolación basadas en modelos matemáticos o físicos (Miyara, 2010).

2.3.5. Monitoreo ambiental

Es necesario poder describir el estado del medio ambiente y sus tendencias, y por su naturaleza, es una actividad a largo plazo. Por ello, la elección de actividades fundamentadas para aliviar y posteriormente arreglar conflictos y problemas ambientales debe basarse en las consecuencias de este funcionamiento. Por lo tanto, es una herramienta crucial para así evaluar la efectividad de las políticas y proyectos implementados, así como sus impactos ambientales (Congreso, 2003).

2.3.6. Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT)

Llega a ser cualquier nivel de presión sonora llegando a ser consecutivo, viene a estar manifestado en decibeles A, que este durante un rango de tiempo idéntico (T) incluye una igual potencia en su totalidad que el sonido previamente que se midió (PCM, 2003).

2.3.7. Parque automotor

El término "parque automotor" engloba todos los vehículos motorizados que circulan en una región delimitada geográficamente. Esta categoría abarca desde coches y camiones hasta autobuses y motocicletas. Analizar este conjunto de vehículos es esencial para planificar eficazmente el transporte y gestionar de manera adecuada el impacto ambiental en dicha área (Martínez y López, 2018).

2.3.8. Plan de mitigación para ruido

El Plan de Mitigación Ambiental contra el Ruido incluye una serie de estrategias y acciones específicas para reducir su impacto en zonas residenciales y comerciales, como la colocación de barreras acústicas, la mejora del aislamiento de edificios y el monitoreo continuo de los niveles de ruido para garantizar el cumplimiento de las normativas, protegiendo así la salud y el bienestar de los habitantes (EPA, 2011).

2.3.9. Zona comercial

Llega a ser un lugar autorizado por el gobierno o dirección regional que corresponda y lleva a cabo acciones o funciones relacionadas con ocupaciones dedicadas al comercio y prestaciones de servicio a la población (PCM, 2003).

2.3.10. Zona de protección especial

Llega a ser aquella área de alta sensibilidad acústica que engloba ambientes del territorio donde se pueden encontrar establecimientos de salud, también establecimientos educativos, asilos y orfanatos, que requiere y necesitan obligatoriamente un resguardo particular en oposición al nivel de ruido (PCM, 2003).

2.3.11. Zona residencial

Llega a ser un lugar autorizado por el gobierno o dirección regional semejante para su empleo residencial, donde en estos se permiten diferentes niveles de concentración poblacional, diferenciándose, ya sea alta, media o baja (PCM, 2003).

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es de tipo no experimental.

3.2. Acciones y actividades

3.2.1. Mediciones de la calidad ambiental del ruido para instituciones educativas de la ciudad de Tacna.

Para poder realizar mediciones en el interior de las Instituciones Educativas que fueron previamente seleccionadas como muestra (I.E. “Modesto Basadre”, I.E. “San José Fe y Alegría N° 40”, I.E. “Carlos Armando Laura” y la I.E.P. “Paradise Internacional College”) por estar expuestas a vías principales y de un flujo vehicular constante. Se realizó solicitudes donde se detallaron las actividades que se realizaran y la autorización necesaria para llevar a cabo las mediciones de ruido con el sonómetro dentro de las instalaciones. Tras recibir la autorización de las instituciones, se coordinó con los directores los días, horarios y espacios específicos para llevar a cabo el monitoreo según lo planificado.

- a. Se identificaron las áreas de estudio y se llevó a cabo una minuciosa descripción de las instituciones educativas seleccionadas en la ciudad de Tacna, proporcionando información pertinente sobre la ubicación y su entorno.
- b. Se establecieron 6 puntos de monitoreo utilizando la norma técnica peruana ISO 1996:1 como indicador, resultando 3 puntos en el interior y 3 en el exterior de cada institución educativa y para la localización de estos puntos se utilizó el equipo de posicionamiento geográfico (GPS).

En la tabla 2 se presentan la ubicación de cada uno de los puntos de monitoreo establecidos en el interior y exterior de cada institución educativa, teniendo 24 puntos de monitoreo en general, la codificación de los puntos de monitoreo se puede visualizar en el anexo 7.

Tabla 2*Ubicación de puntos de monitoreo*

Institución Educativa	Punto de Monitoreo	Ubicación	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 19 K	
			Este	Norte
	P1FA		0366934	8008993
I.E. "San José Fe y Alegria N° 40"	P2FA	Exterior	0366891	8008968
	P3FA		0366847	8008940
	P4FA	Interior	0366832	8008950
	P5FA		0366878	8008978
	P6FA		0366905	8008997
	P1MB		0366965	8008755
I.E. "Modesto Basadre"	P2MB	Exterior	0366941	8008783
	P3MB		0366921	8008813
	P4MB	Interior	0366985	8008784
	P5MB		0366960	8008793
	P6MB		0366938	8008834
	P1AL		0368388	8009033
I.E. "Carlos Armando Laura"	P2AL	Exterior	0368399	8009017
	P3AL		0368418	8008994
	P4AL	Interior	0368457	8009040
	P5AL		0368428	8009016
	P6AL		0368390	8009034
	P1PIC		0366987	8007163
I.E.P. "Paradise Internacional College"	P2PIC	Exterior	0366991	8007153
	P3PIC		0367017	8007120
	P4PIC	Interior	0366982	8007140
	P5PIC		0366965	8007126
	P6PIC		0367004	8007111

Nota. Elaboración propia, 2024.

- c. Se realizó el monitoreo de ruido ambiental según la norma técnica peruana ISO 1996:1, utilizando equipos calibrados para obtener datos precisos y confiables, además, los muestreos se efectuarán en horario diurno, los cuales se abarcaron

de 8:00 am a 13:00 pm, teniendo en el interior y exterior de cada institución educativa 3 puntos de monitoreo y por cada punto se realizaron 3 mediciones, cada una de ellas de 10 minutos, esta acción se realizó por 3 días, teniendo un total de 27 mediciones para interior y 27 mediciones para exterior de cada institución educativa y en general, se obtuvieron 216 datos de medición.

En el Anexo 4 se demuestra la distribución de puntos y medición que se realizaron respectivamente.

- d. Se analizaron los datos obtenidos durante el monitoreo y posteriormente, se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para ruido, determinando las áreas que exceden los niveles permitidos, en esta acción, se utilizó el software IBM SPSS Statistics para un correcto análisis estadístico y se elaboraron mapas de ruido según los datos obtenidos de cada institución educativa, haciendo uso del software ArcGIS 10.5 y de las coordenadas geográficas utilizadas.

3.2.2. Realización de encuestas a docentes de instituciones educativas de la ciudad de Tacna.

Para cumplir con el segundo objetivo específico de evaluar la percepción de la comunidad estudiantil en instituciones educativas de la ciudad de Tacna sobre la influencia de los niveles de contaminación sonora en su calidad de aprendizaje, se llevarán a cabo una serie de actividades específicas. Estas actividades fueron las siguientes:

- a. Se diseñaron y aplicaron encuestas a los docentes del turno mañana de las Instituciones Educativas para recopilar datos sobre su percepción del impacto del ruido en la calidad del aprendizaje.
- b. Se realizó un análisis cualitativo de las respuestas obtenidas en las encuestas, complementado con un análisis cuantitativo para identificar tendencias y patrones en la percepción de los afectados.
- c. Posteriormente, se realizó el análisis estadístico mediante el software IBM SPSS Statistics, para corroborar que nuestros datos obtenidos sean precisos y no existan alteraciones en las respuestas de los docentes.

3.2.3. Formulación de estrategias de mitigación de la contaminación sonora para Instituciones Educativas de la ciudad de Tacna.

Por último, para cumplir con el último objetivo específico que buscó determinar estrategias para contrarrestar los niveles de contaminación sonora excedentes en instituciones educativas de la ciudad de Tacna, se realizarán las siguientes actividades:

- a. Se revisaron estudios previos y se analizarán las mejores prácticas en mitigación de contaminación sonora en entornos educativos.
- b. Se formularon estrategias específicas para reducir los niveles de contaminación sonora, incluyendo recomendaciones técnicas y de gestión. Esto incluyó la reconfiguración de las aulas y áreas de aprendizaje para alejarlas de fuentes de ruido externas, utilizando zonas administrativas o de almacenamiento como aislantes acústicos.
- c. Se propusieron iniciativas para mitigar el ruido ambiental producido por el parque automotor de las instituciones educativas de la ciudad de Tacna, entre ellas se encuentran diseños de barreras acústicas, plataformas digitales, participación activa de los docentes y estudiantes en proyectos ambientales que permitan proponer soluciones innovadoras a los problemas de los niveles de ruido.

Finalmente se realizó la formulación del plan de mitigación unificado con la información obtenida en campo para así dar alternativas innovadoras que ayuden a mitigar los problemas asociados a la calidad de enseñanza educativa y sensibilización correspondiente.

3.3. Materiales y/o instrumentos

3.3.1. Instrumentación para monitoreo de ruido

Para el monitoreo de ruido se utilizará los siguientes materiales e instrumentos:

- a. Sonómetro Tipo 1 calibrado
- b. Trípode para sonómetro
- c. Calibrador portátil
- d. GPS
- e. Libreta de campo

3.3.2. Materiales para realización de encuestas

- a. Cuestionario estructurado.
- b. Dispositivos electrónicos como laptops y celulares.
- c. Lapiceros

3.4. Población y/o muestra de estudio

La población y muestra estuvo conformada por los docentes de educación del nivel primario de las instituciones educativas en la ciudad de Tacna (I.E. “Modesto Basadre”, I.E. “San José Fe y Alegría N° 40”, I.E. “Carlos Armando Laura” y la I.E.P. “Paradise Internacional College”).

En la tabla 3 se presenta la distribución de docentes del en cada institución educativa.

Tabla 3

Docentes del nivel primario encuestados en cada I.E.

Institución Educativa	Nº de docentes
I.E. “San José Fe y Alegría N° 40”	18
I.E. “Modesto Basadre”	20
I.E. “Carlos Armando Laura”	21
I.E.P. “Paradise Internacional College”	28
Total	87

Nota. Elaboración propia, 2024.

3.5. Operacionalización de variables

La tabla 4 muestra la operacionalización de variables, dadas en variables, definición conceptual, dimensiones, indicadores, escala y técnicas.

Tabla 4

Operacionalización de variables de investigación

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Escala	Técnicas o métodos
Calidad ambiental de ruido	Grado en que el nivel de ruido en un entorno particular cumple con los estándares establecidos para proteger la salud de la comunidad	Estándares de Calidad Ambiental (ECA)	Delimitación de puntos de medición	Decibeles (dB)	Aplicada
		Parque automotor	Ruido producido por el parque automotorvariable o dimensión 2	Decibeles (dB)	Nivel aprehensivo
Plan de mitigación para reducir la contaminación sonora	Conjunto de estrategias y acciones diseñadas para reducir o controlar el nivel de ruido en un entorno específico	Estrategias de Mitigación	Propuestas de estrategias específicas	Número de estrategias propuestas	No experimental
		Evaluación de Impacto Potencial	Potencial reducción de niveles de ruido		
Percepción de ruido de los docentes de Instituciones Educativas de la ciudad de Tacna	Sensación que tienen los docentes con respecto a la problemática del ruido	Escala de Likert			

3.6. Procesamiento y análisis de datos

Se utilizaron fichas de campo para recolectar datos del monitoreo de ruido ambiental tanto en el interior como en el exterior de cada institución educativa. Estos datos fueron organizados en una hoja de Excel para realizar el análisis estadístico necesario, utilizando el software SPSS para corroborar e interpretar los resultados. Además, se elaboraron mapas de ruido con ArcGIS, lo que permitió identificar las principales áreas de las instituciones educativas afectadas por el tráfico vehicular.

Para los datos obtenidos de la encuesta basada en escala de Likert se realizaron de la misma manera con el software SPSS.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

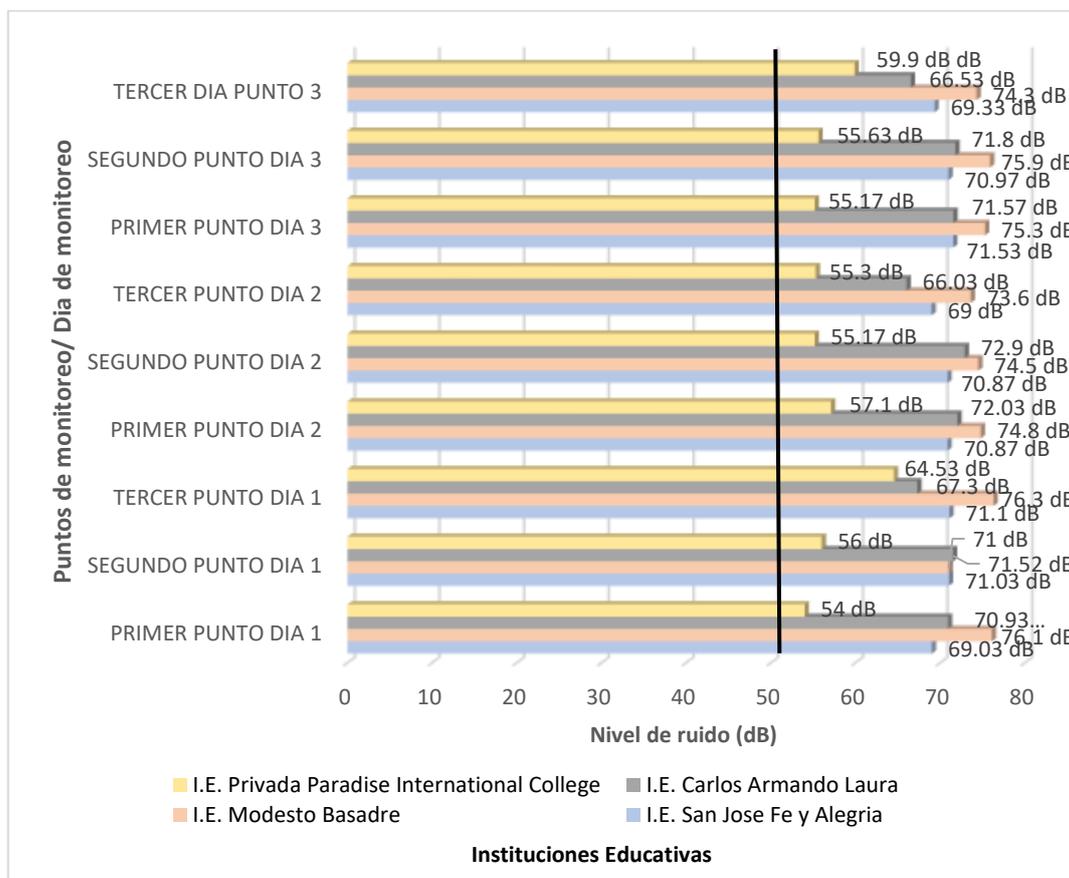
4.1. Monitoreos de ruido realizados en el exterior e interior de las instituciones educativas de la ciudad de Tacna comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según la zonificación establecida

Según lo establecido por el D.S. N° 085-2003-PCM, al realizarse los monitoreos de ruido en las instituciones educativas, son catalogadas como zonas de protección especial, por lo tanto, el valor máximo permitido en horario diurno es de 50 dB.

En base a lo mencionado, se realizaron las mediciones pertinentes en las zonas exteriores e interiores de las instituciones educativas. En el caso de las mediciones a nivel exterior se obtuvo que todos los colegios exceden el valor permitido según los ECA, variando en un rango de 55 dB hasta 72 dB entre los diferentes colegios, la información mencionada se puede observar en la Figura 2.

Figura 2

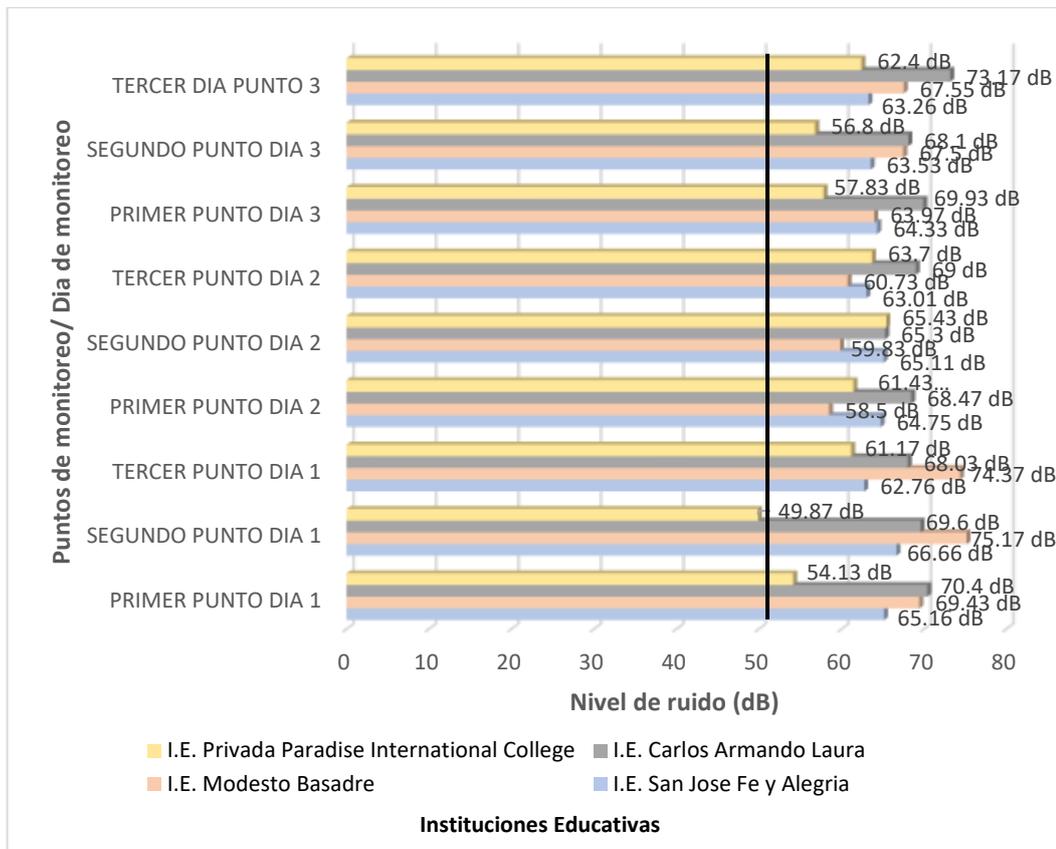
Monitoreo de ruido exterior en las I.E. de la ciudad de Tacna



Por otro lado, en el caso de las mediciones a nivel interior de igual forma se obtuvo que todos los colegios exceden el valor permitido según los ECA, variando en un rango desde 54 dB hasta 75 dB entre los diferentes colegios, sin embargo se obtuvo un solo valor de la institución educativa Paradise que se encontró ligeramente por debajo de la norma establecida siendo de 49.87 dB, no obstante tomando en consideración las mediciones en los 3 días se sigue considerando como excedente, la información mencionada se puede observar en la Figura 3.

Figura 3

Monitoreo de ruido interior en las I.E. de la ciudad de Tacna

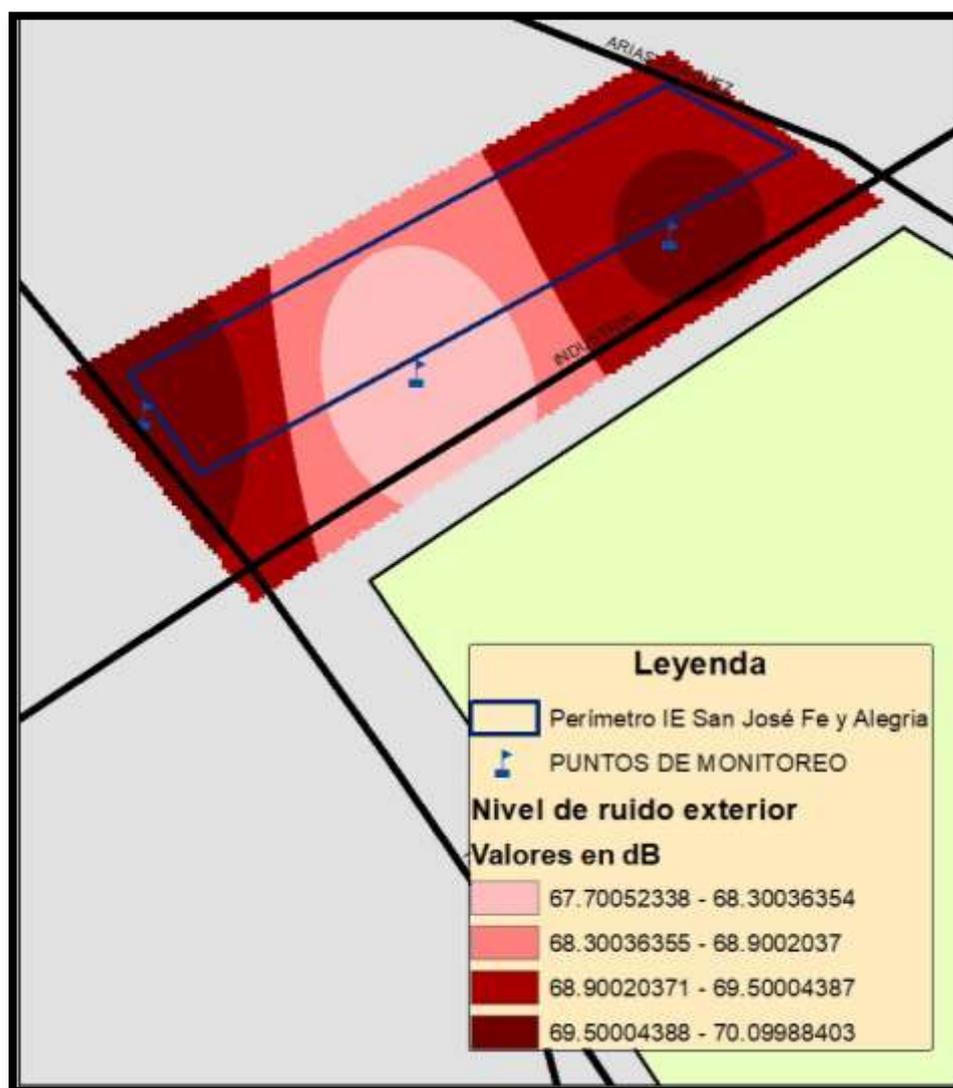


4.2. Zonificación por mapas de ruido en las instituciones educativas

Se elaboraron mapas de ruido según la ubicación de los puntos de monitoreo realizados en el exterior e interior de cada institución educativa, por ello, se elaboraron 8 mapas generales, 4 de ellos representando el ruido exterior de cada colegio y 4 el ruido interior. En las Figuras 4, 6, 8 y 10; se representan los mapas de ruido en el exterior y en las Figuras 5,7, 9 y 11 el ruido interior, obteniendo así los niveles de ruido realizados en el horario diurno; para la realización de estos mapas de ruido, la paleta de colores utilizada fue diferente a la de los otros mapas y fue sugerida por el tesista, resaltando cada aspecto importante en su interior.

Figura 4

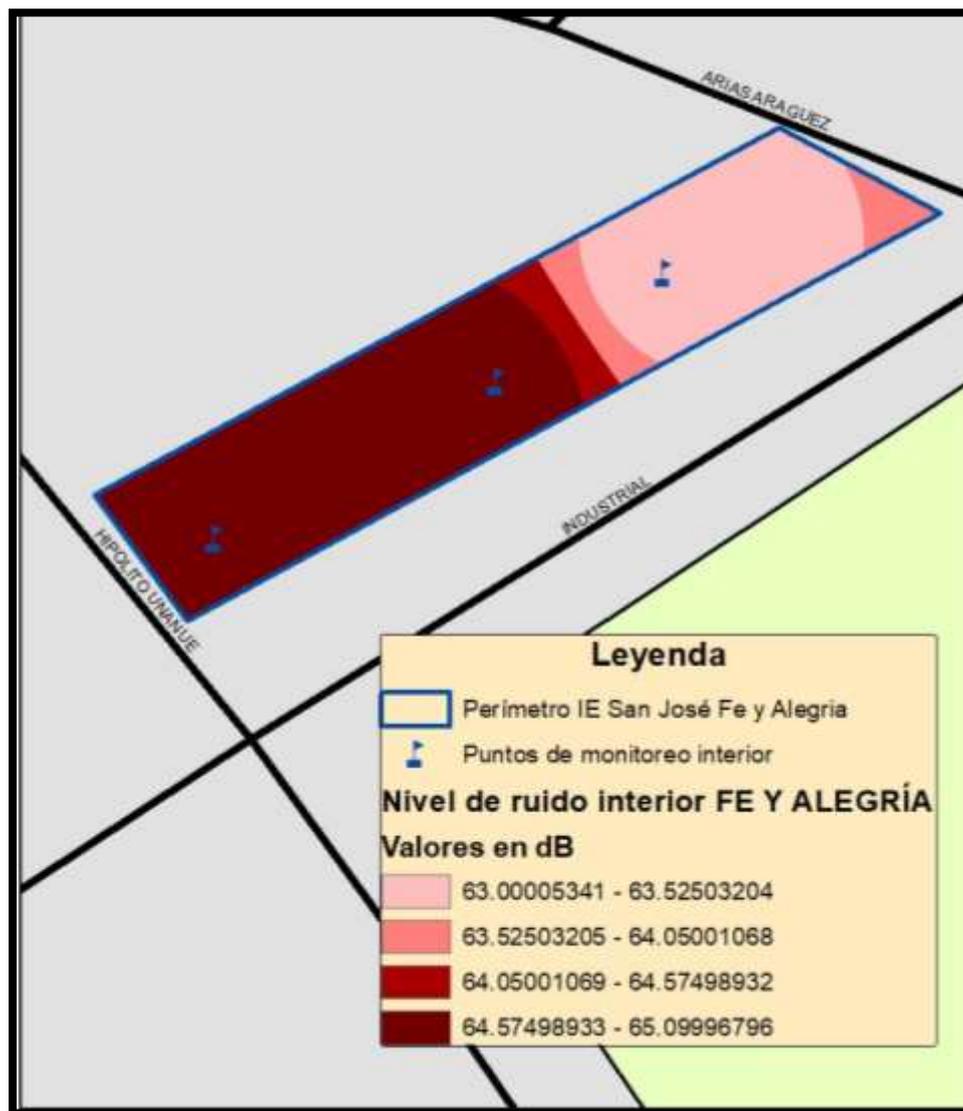
Mapa de calidad ambiental de ruido en el exterior de la I.E. "San José Fe y Alegría N° 40"



En la Figura 4, se observa el mapa de calidad ambiental de ruido externo de la I.E. "San José Fe y Alegría N° 40" en la cual se aprecia los puntos de monitoreo de color verde, estos abarcaron el perímetro delimitado de color rojo, el nivel de ruido obtenido.

Figura 5

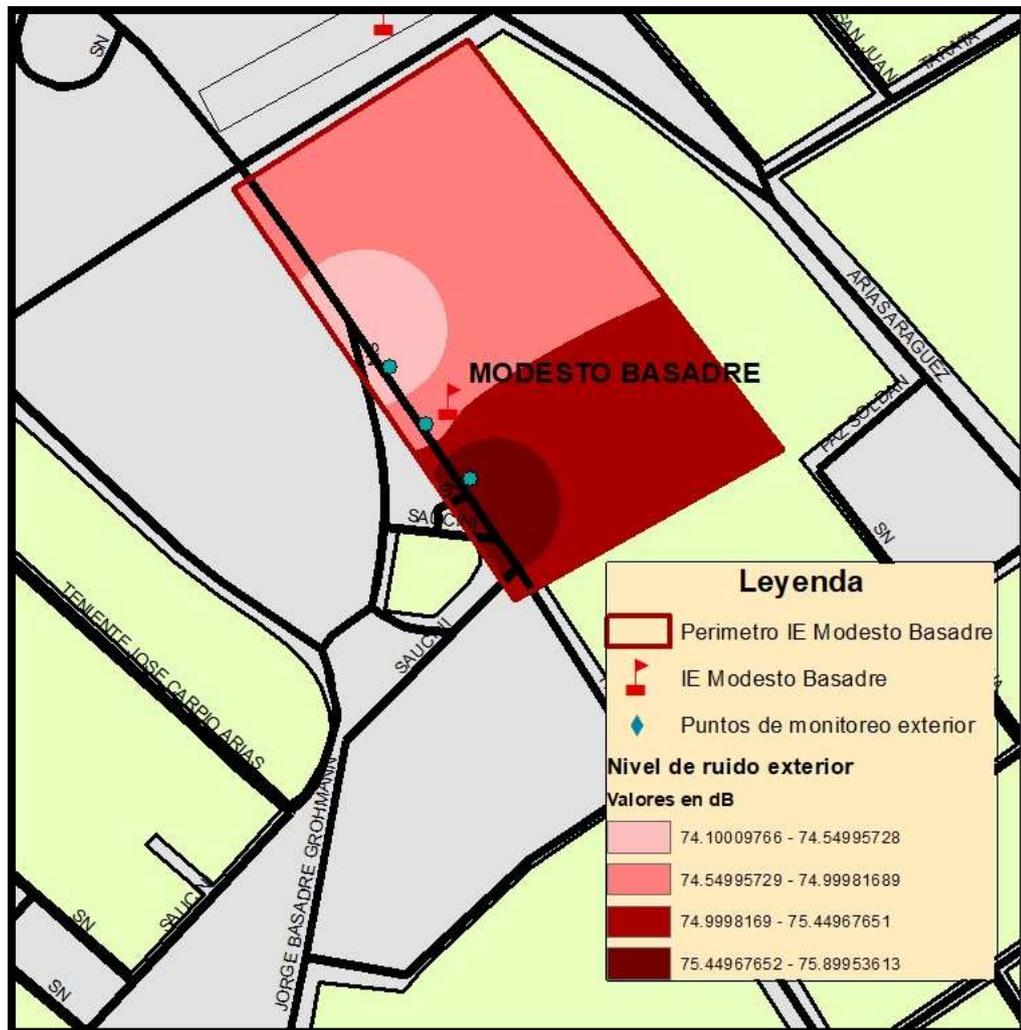
Mapa de calidad ambiental de ruido en el interior de la I.E. "San José Fe y Alegría N° 40"



En la Figura 5, se observa el mapa de calidad ambiental de ruido interno de la I.E. "San José Fe y Alegría N° 40", en donde, se aprecian los 3 puntos de monitoreo en su interior, el perímetro del colegio de color verde, la zona de estudio de amarillo y el nivel de ruido generado por tráfico vehicular de las variantes de color rojo.

Figura 6

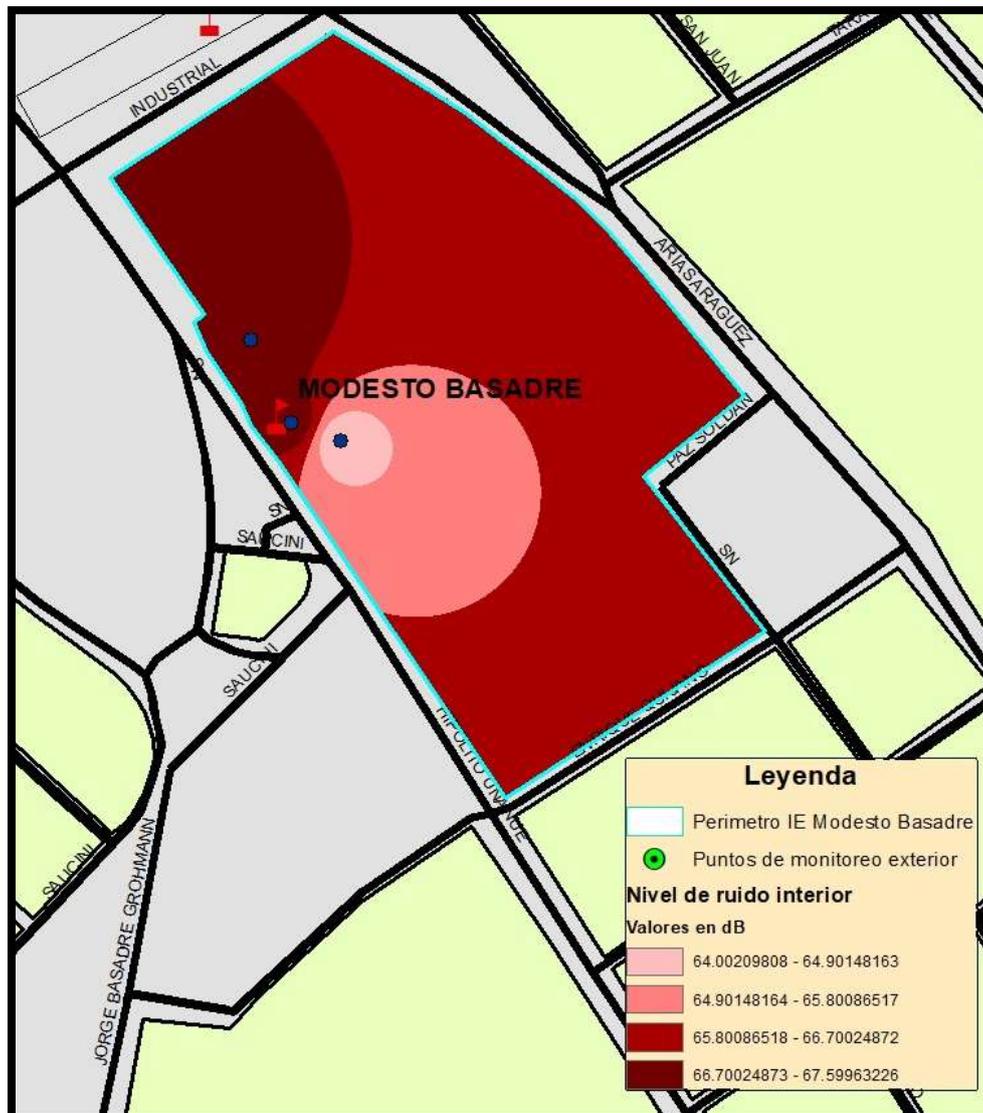
Mapa de calidad ambiental de ruido en el exterior de la I.E. "Modesto Basadre"



En la Figura 6, se observa el mapa de calidad ambiental de ruido externo de la I.E "Modesto Basadre" en horario diurno, en la cual se puede evidenciar los puntos de monitoreo, el perímetro que abarca el colegio y el alto nivel promedio de ruido registrado en la gama de colores rojos (más claro a más oscuro).

Figura 7

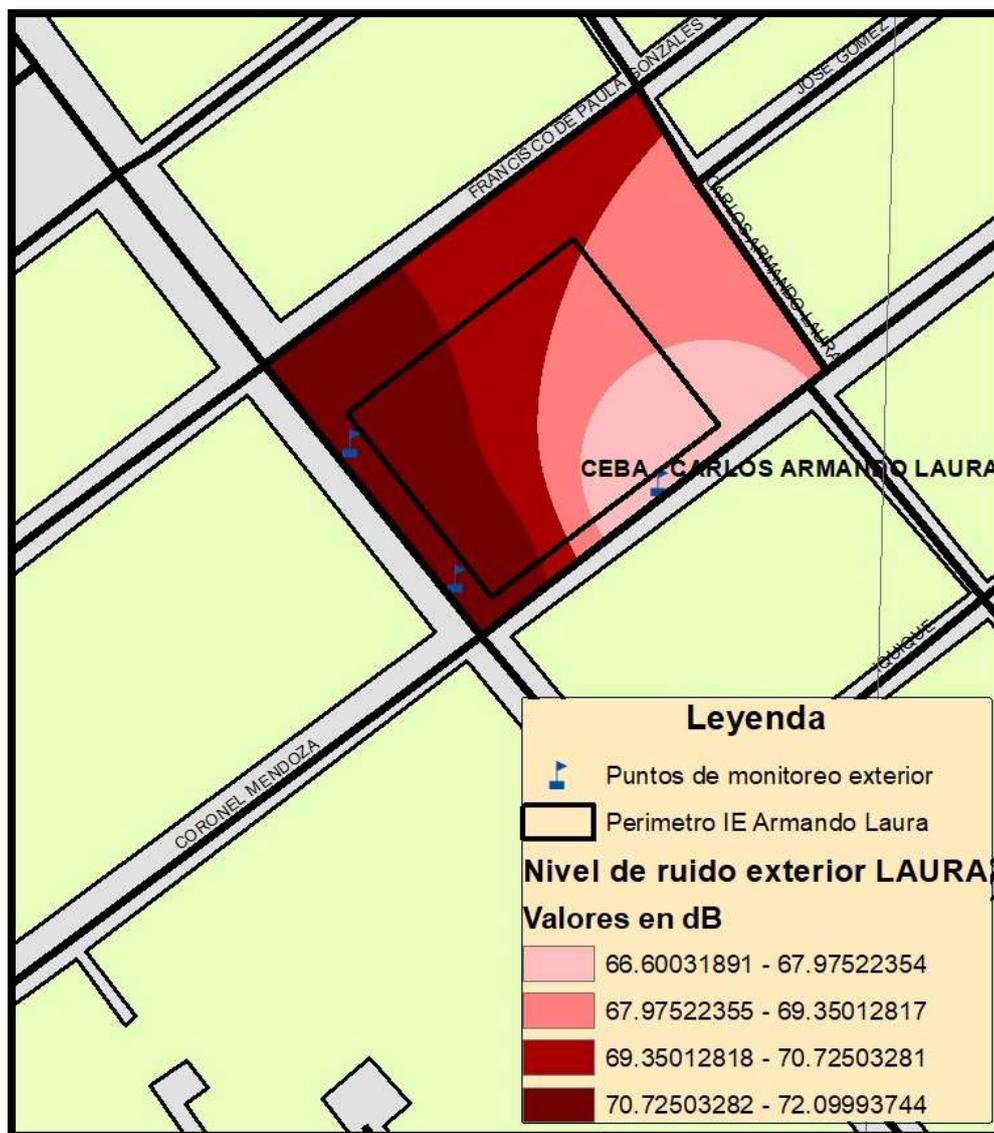
Mapa de calidad ambiental de ruido en el interior de la I.E. "Modesto Basadre"



En la Figura 7, se observa el mapa de calidad ambiental de ruido interno de la I.E "Modesto Basadre" en horario diurno, en la cual se puede evidenciar de color azul los puntos de monitoreo, de color celeste el perímetro que abarca el colegio en su totalidad y el nivel promedio de ruido registrado en diferente gama de color rojo.

Figura 8

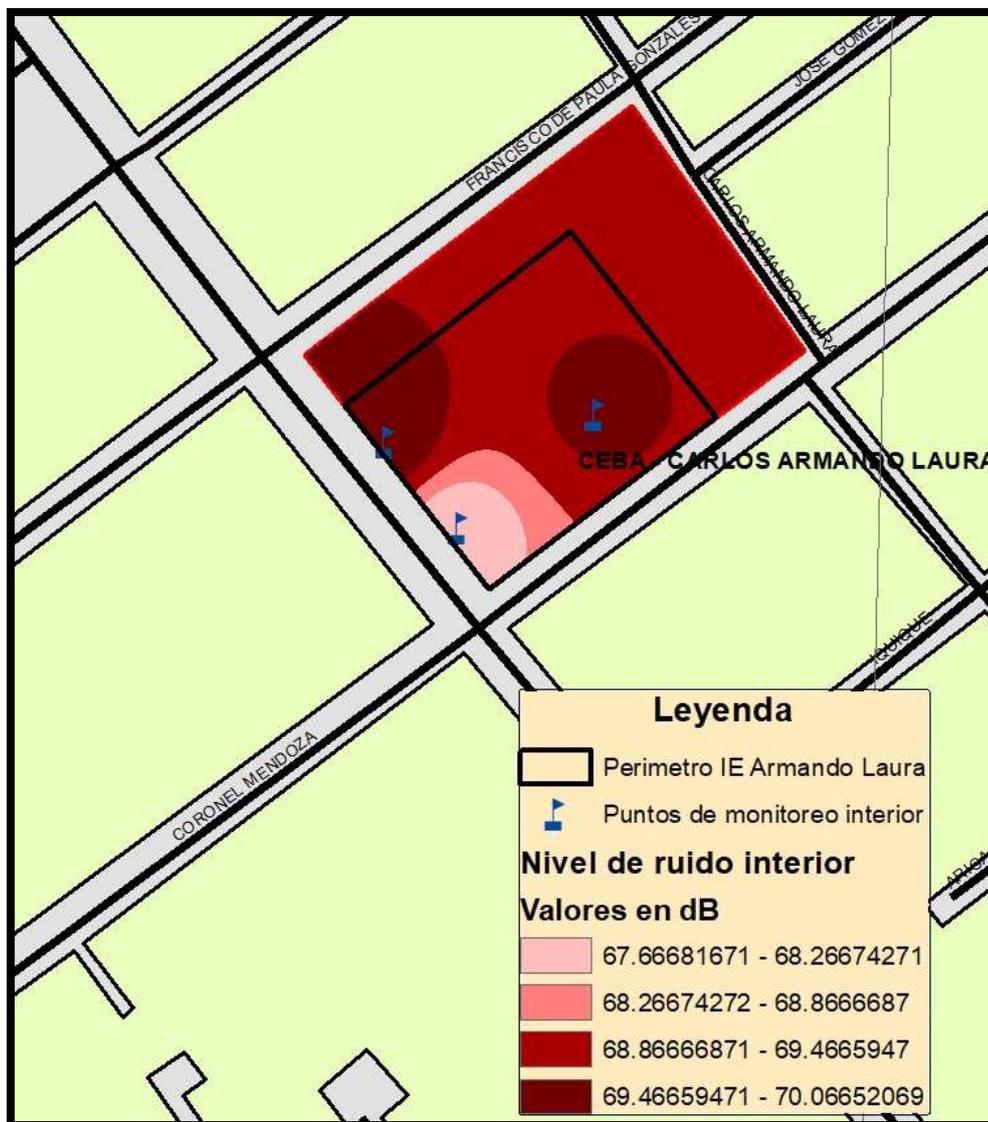
Mapa de calidad ambiental de ruido en el exterior de la I.E. "Carlos Armando Laura"



En la Figura 8, se aprecia el mapa de calidad ambiental de ruido externo de la I.E. "Carlos Armando Laura", en donde, se delimita el perímetro del colegio de color negro, la ubicación de los puntos de monitoreo de color verde y de color rojo el nivel de ruido.

Figura 9

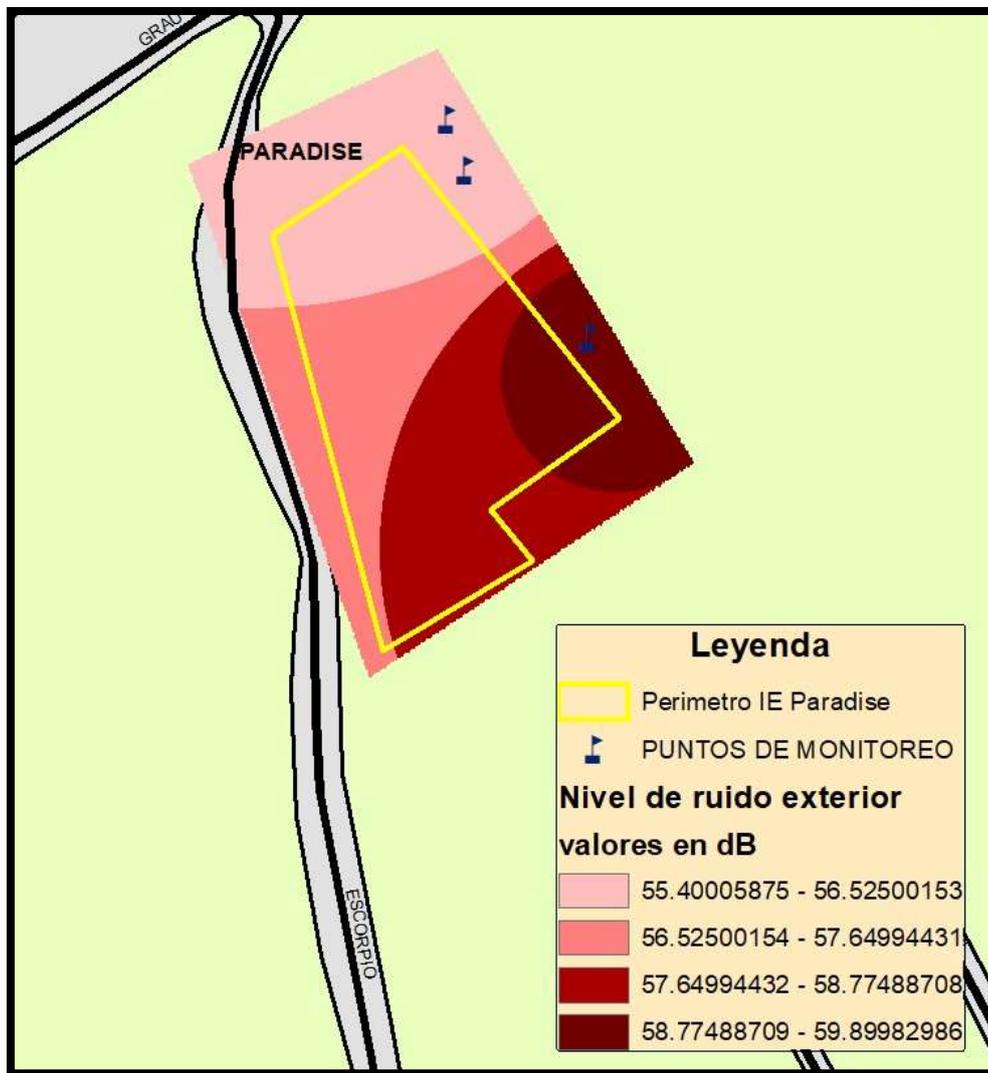
Mapa de calidad ambiental de ruido en el interior de la I.E. "Carlos Armando Laura"



En la Figura 9, se aprecia el mapa de calidad ambiental de ruido interno de la I.E. "Carlos Armando Laura", en esta se muestra la ubicación de los puntos de monitoreo de color verde, el perímetro del colegio de color negro y el ruido obtenido por el sonómetro de color rosado a color rojo intenso.

Figura 10

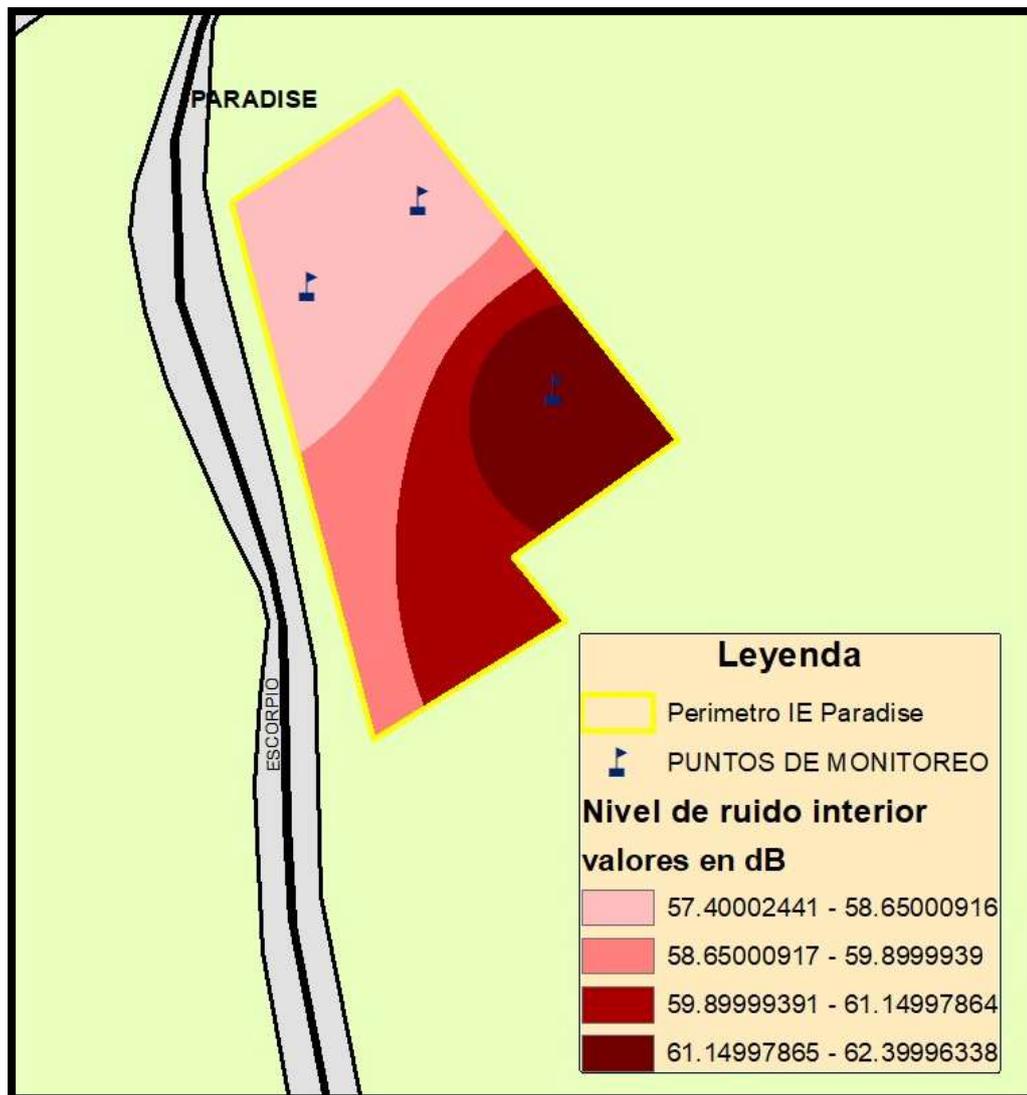
Mapa de calidad ambiental de ruido en el exterior de la I.E.P. "Paradise Internacional College"



En la Figura 10, se aprecia el mapa de calidad ambiental de ruido externo de la I.E.P. "Paradise Internacional College", en donde, la leyenda se desarrolla con una diferente gama de colores, de color verde se ubican los puntos de monitoreo, nuestra zona de estudio de color rojo, de igual manera de color amarillo hasta un color rojo se observan los datos promedio obtenidos de los niveles de ruido.

Figura 11

Mapa de calidad ambiental de ruido en el interior de la I.E.P. "Paradise Internacional Colleg"



En la Figura 11, se observa el mapa de calidad ambiental de ruido interno de la I.E.P. "Paradise Internacional College", en la cual, de color verde se delimita el perímetro y desde los colores amarillo hasta rojo los niveles de ruido obtenido, siendo estos superiores a los establecidos por normativa para zona de protección especial.

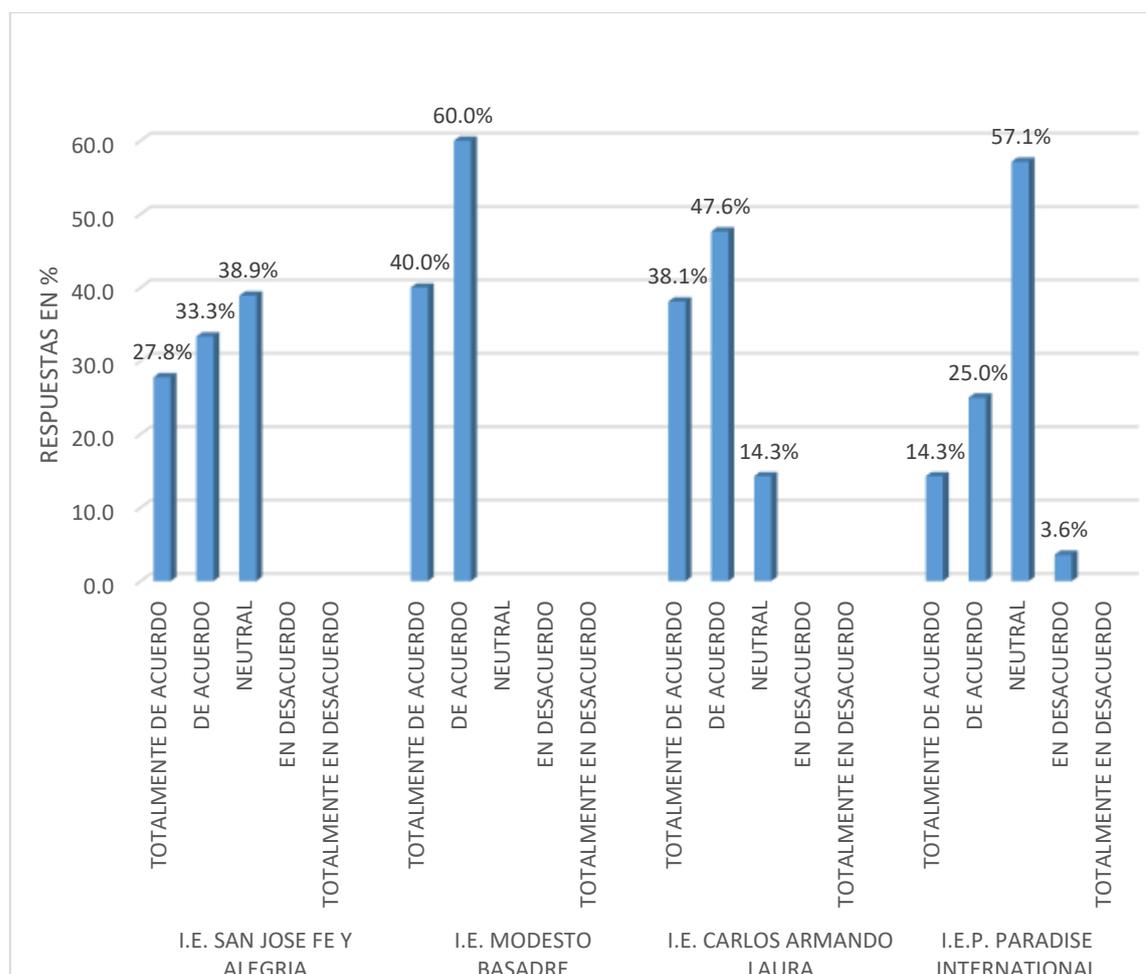
4.3. Percepción del ruido en los docentes de las instituciones educativas de la ciudad de Tacna

4.3.1. Resultados de las encuestas por pregunta sobre percepción del ruido realizada a docentes de las Instituciones educativas.

En la figura 12 se puede resaltar que en la Institución Educativa "San José Fe y Alegría", de 18 docentes encuestados, el 38.9% se encontraron en una posición neutral; en la Institución Educativa "Modesto Basadre", de 20 docentes encuestados, el 60% mantuvieron una posición de acuerdo; en la Institución Educativa "Carlos Armando Laura", de 21 docentes encuestados, el 47.6% estuvieron de acuerdo y en la Institución Educativa "Paradise International College", de 28 docentes encuestados, el 57.1% se encontraron en posición en posición neutral.

Figura 12

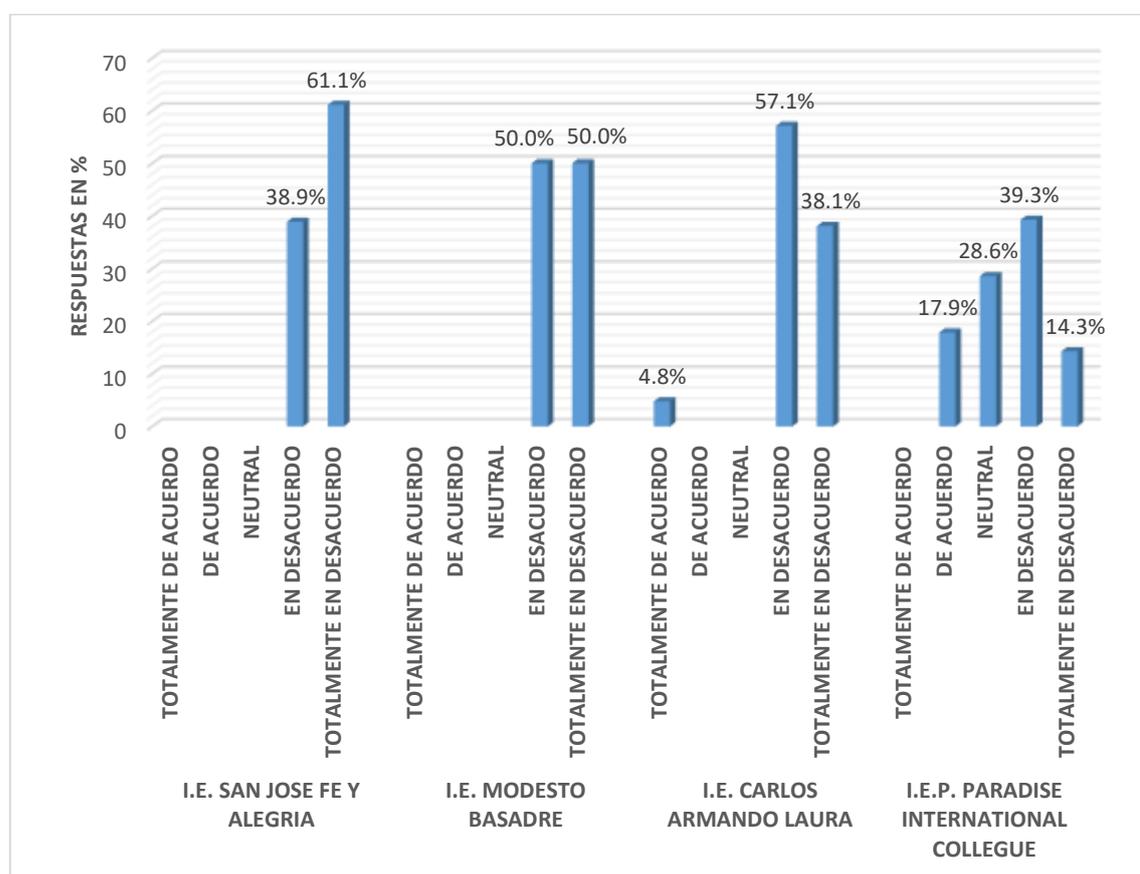
Resultados de la pregunta "Está de acuerdo que la información que tiene sobre los niveles de ruido de su institución educativa es buena"



En la figura 13 se puede resaltar que en la Institución Educativa "San José Fe y Alegría", de 18 docentes encuestados, el 61.1% se encontraron en una posición totalmente en desacuerdo; en la Institución Educativa "Modesto Basadre", de 20 docentes encuestados, el 50% mantuvieron una posición en desacuerdo y la otra mitad totalmente en desacuerdo; en la Institución Educativa "Carlos Armando Laura", de 21 docentes encuestados, el 57.1% estuvieron en desacuerdo y en la Institución Educativa "Paradise International College", de 28 docentes encuestados, el 39.3% se encontraron en posición en desacuerdo.

Figura 13

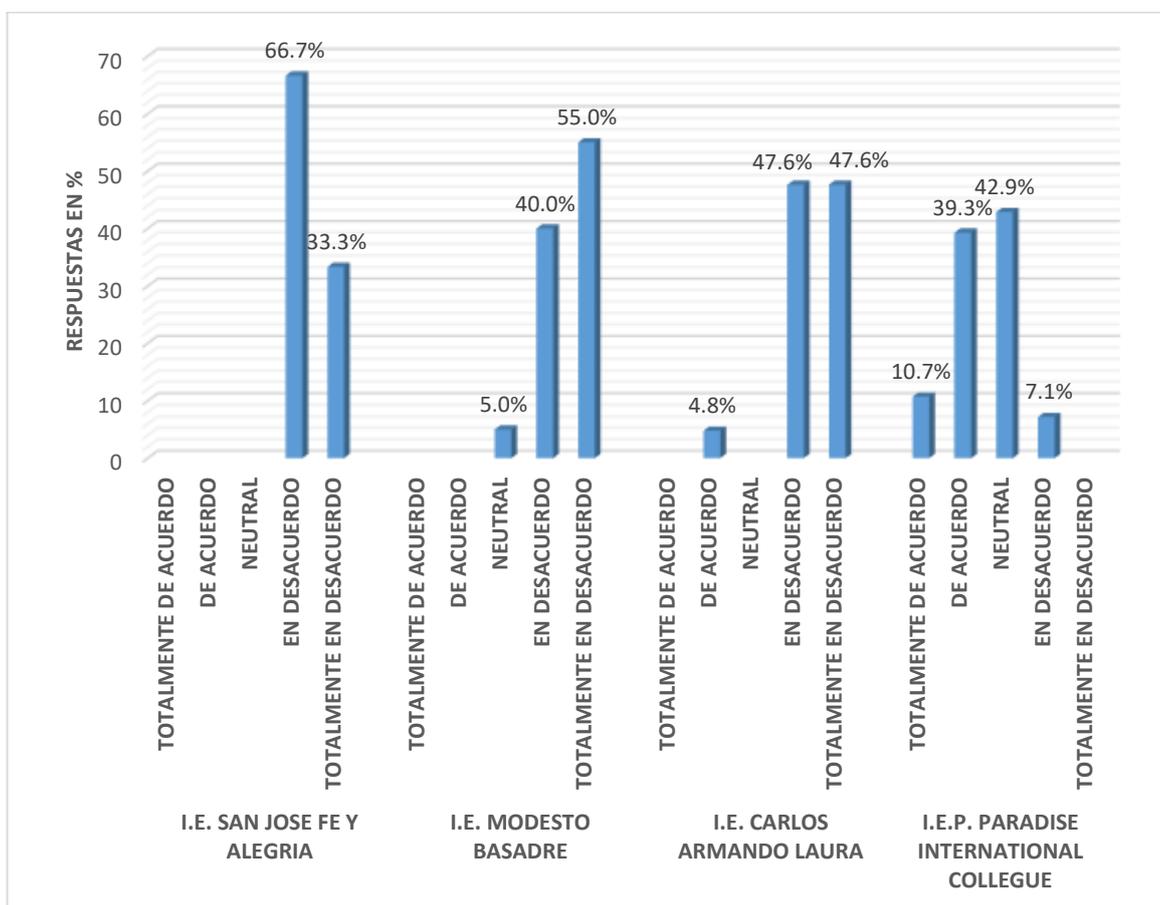
Resultados de la pregunta "Está de acuerdo que el nivel de ruido del parque automotor ha aumentado en los últimos años"



En la figura 14 se puede resaltar que en la Institución Educativa "San José Fe y Alegría", de 18 docentes encuestados, el 66.7% se encontraron en una posición en desacuerdo; en la Institución Educativa "Modesto Basadre", de 20 docentes encuestados, el 55% mantuvieron una posición totalmente en desacuerdo; en la Institución Educativa "Carlos Armando Laura", de 21 docentes encuestados, el 47.6% estuvieron en desacuerdo y de igual manera un 47.6% en totalmente en desacuerdo y en la Institución Educativa "Paradise International College", de 28 docentes encuestados, el 42.9% se encontraron en posición en posición neutral.

Figura 14

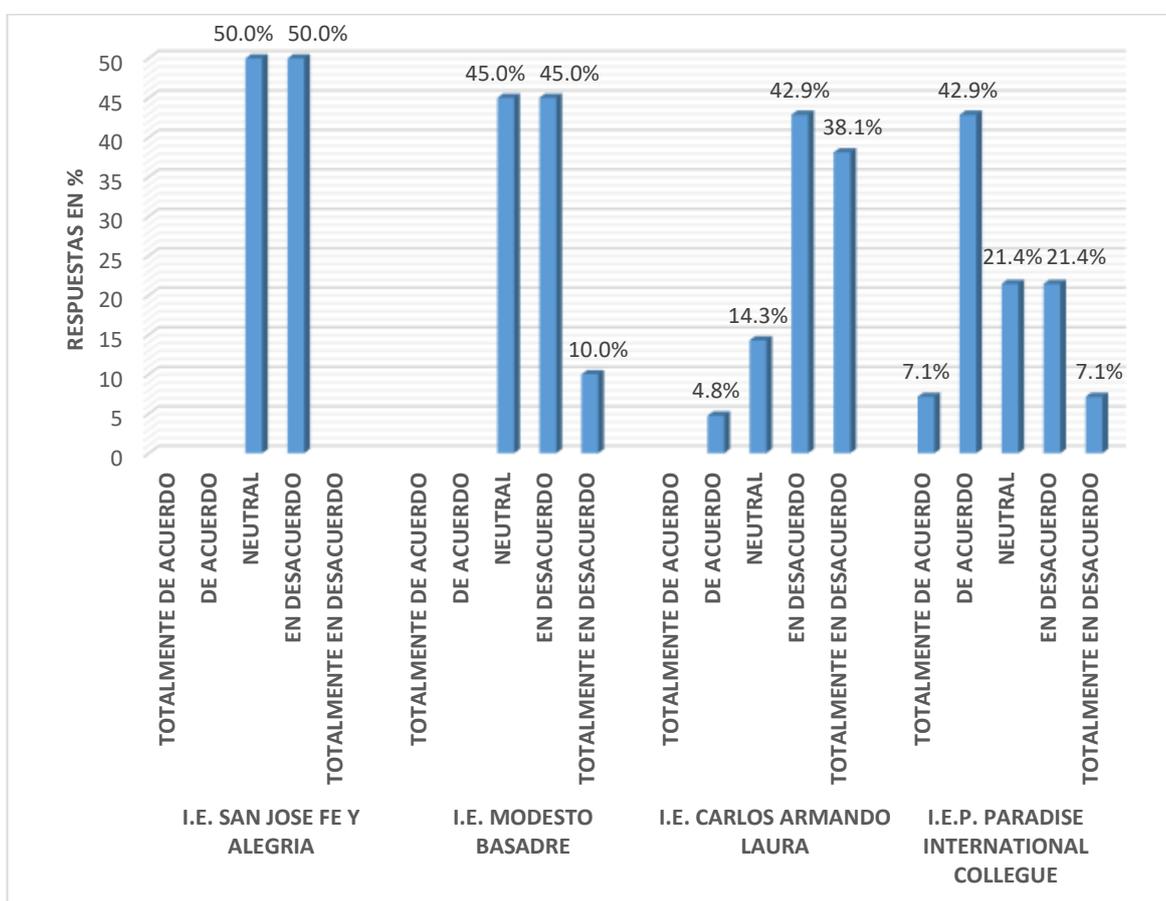
Resultados de la pregunta "Está de acuerdo que el nivel de ruido proveniente del parque automotor es excesivo durante las horas de clase"



En la figura 15 se puede resaltar que en la Institución Educativa "San José Fe y Alegría", de 18 docentes encuestados, el 50% se encontraron en una posición neutral y el otro 50% en desacuerdo; en la Institución Educativa "Modesto Basadre", de 20 docentes encuestados, el 45% mantuvieron una posición de neutral y 45% en desacuerdo; en la Institución Educativa "Carlos Armando Laura", de 21 docentes encuestados, el 42.9% estuvieron en desacuerdo y en la Institución Educativa "Paradise International College", de 28 docentes encuestados, el 42.9% se encontraron en posición en posición de acuerdo.

Figura 15

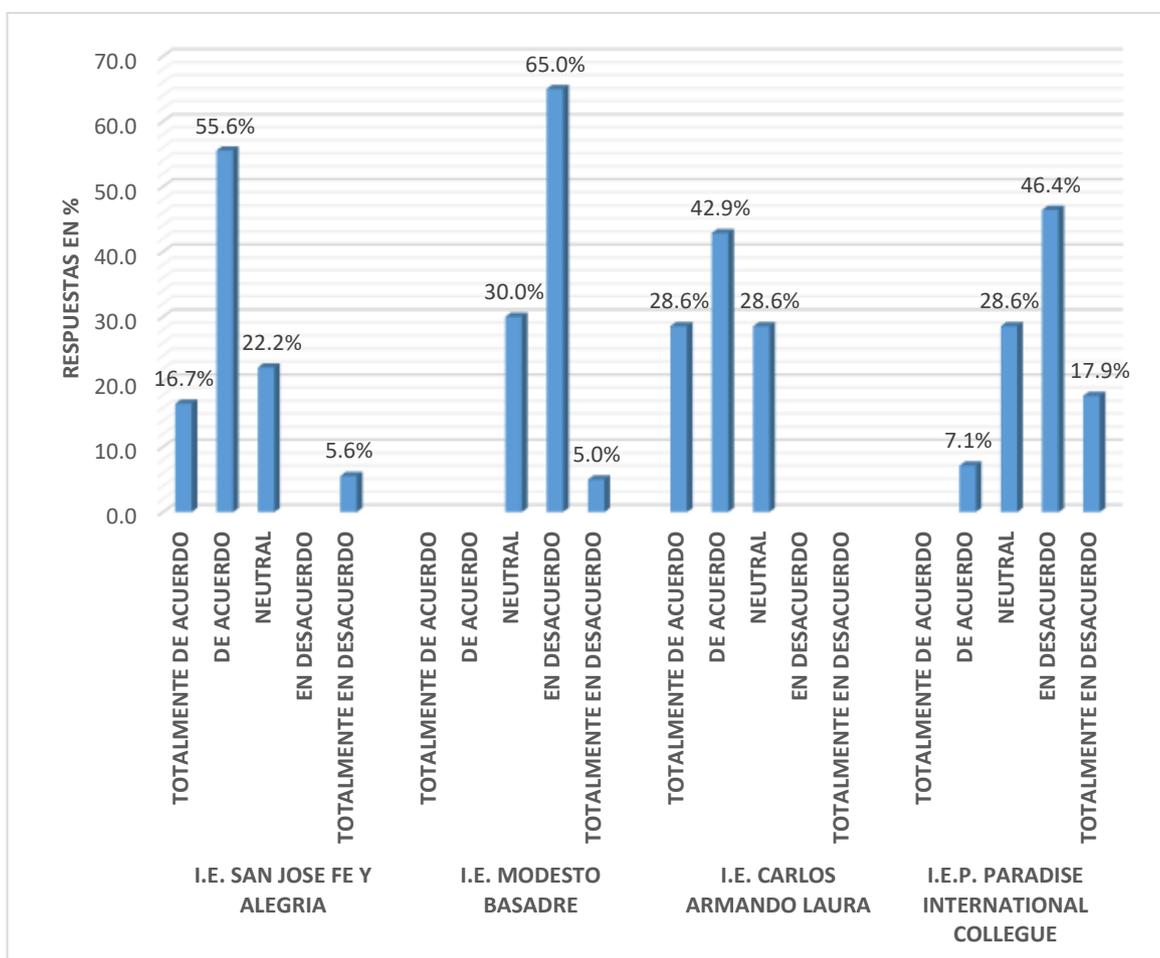
Resultados de la pregunta "Está de acuerdo que la ubicación geográfica de su institución educativa influye en la exposición al ruido del parque automotor"



En la figura 16 se puede resaltar que en la Institución Educativa "San José Fe y Alegría", de 18 docentes encuestados, el 55.6% se encontraron de acuerdo; en la Institución Educativa "Modesto Basadre", de 20 docentes encuestados, el 65% mantuvieron una posición en desacuerdo; en la Institución Educativa "Carlos Armando Laura", de 21 docentes encuestados, el 42.9% estuvieron de acuerdo y en la Institución Educativa "Paradise International College", de 28 docentes encuestados, el 46.4% se encontraron en posición en posición neutral.

Figura 16

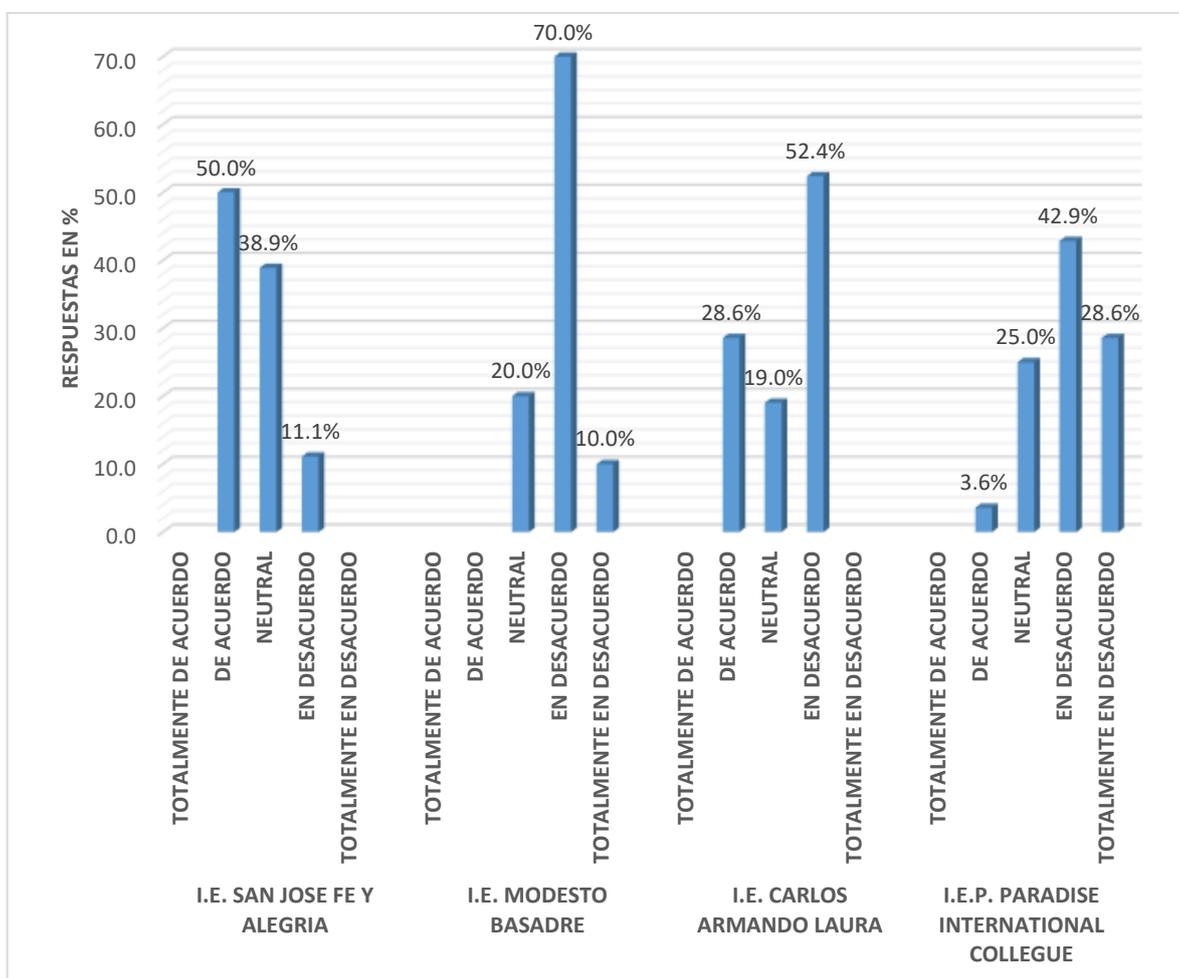
Resultados de la pregunta "El tipo de edificaciones alrededor de la institución educativa modera el impacto del ruido del parque automotor"



En la figura 17 se puede resaltar que en la Institución Educativa "San José Fe y Alegría", de 18 docentes encuestados, el 50% se encontraron de acuerdo; en la Institución Educativa "Modesto Basadre", de 20 docentes encuestados, el 70% mantuvieron una posición en desacuerdo; en la Institución Educativa "Carlos Armando Laura", de 21 docentes encuestados, el 52.4% estuvieron en desacuerdo y en la Institución Educativa "Paradise International College", de 28 docentes encuestados, el 42.9% se encontraron en posición en desacuerdo.

Figura 17

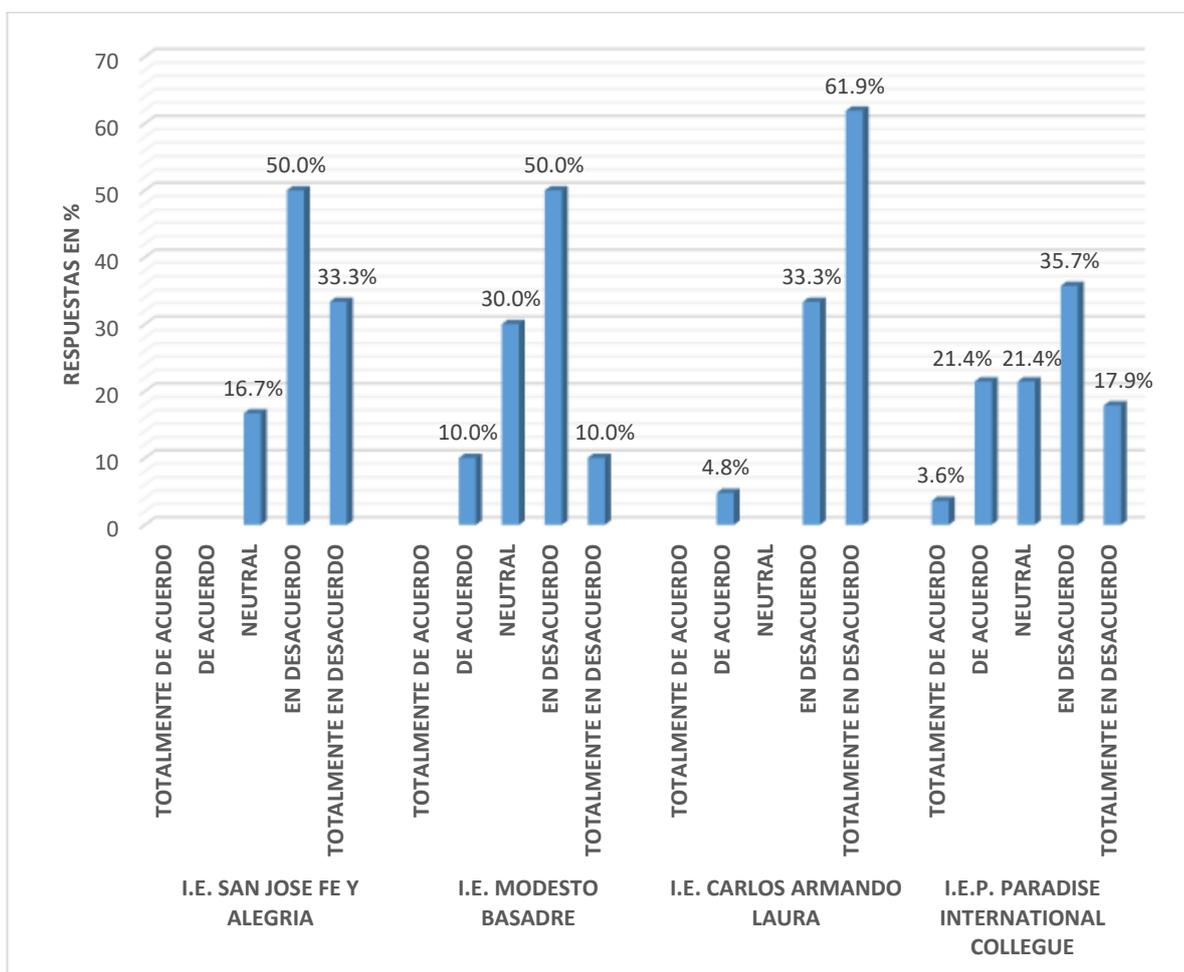
Resultados de la pregunta "El diseño arquitectónico de la institución educativa ayuda a mitigar el ruido del parque automotor"



En la figura 18 se puede resaltar que en la Institución Educativa "San José Fe y Alegría", de 18 docentes encuestados, el 50% se encontraron en desacuerdo; en la Institución Educativa "Modesto Basadre", de 20 docentes encuestados, el 50% mantuvieron una posición en desacuerdo; en la Institución Educativa "Carlos Armando Laura", de 21 docentes encuestados, el 61.9% estuvieron totalmente en desacuerdo y en la Institución Educativa "Paradise International College", de 28 docentes encuestados, el 35.7% se encontraron en posición en desacuerdo.

Figura 18

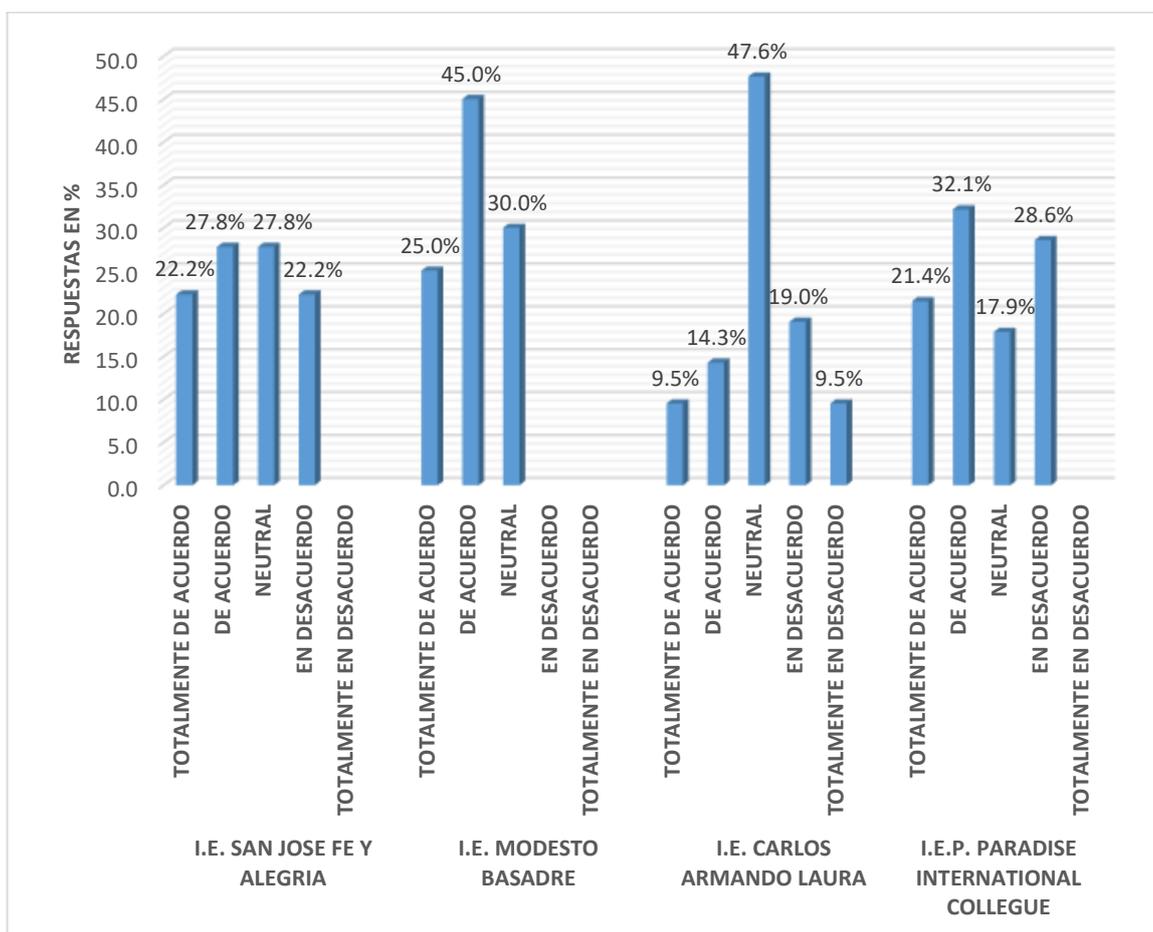
Resultados de la pregunta "Está de acuerdo que las autoridades municipales deberían tomar medidas más estrictas para controlar el ruido del parque automotor"



En la figura 19 se puede resaltar que en la Institución Educativa "San José Fe y Alegría", de 18 docentes encuestados, el 27.8% se encontraron de acuerdo y otro 27.8% en posición neutral; en la Institución Educativa "Modesto Basadre", de 20 docentes encuestados, el 45% mantuvieron una posición de acuerdo; en la Institución Educativa "Carlos Armando Laura", de 21 docentes encuestados, el 47.6% estuvieron en posición neutral y en la Institución Educativa "Paradise International College", de 28 docentes encuestados, el 32.1% se encontraron de acuerdo.

Figura 19

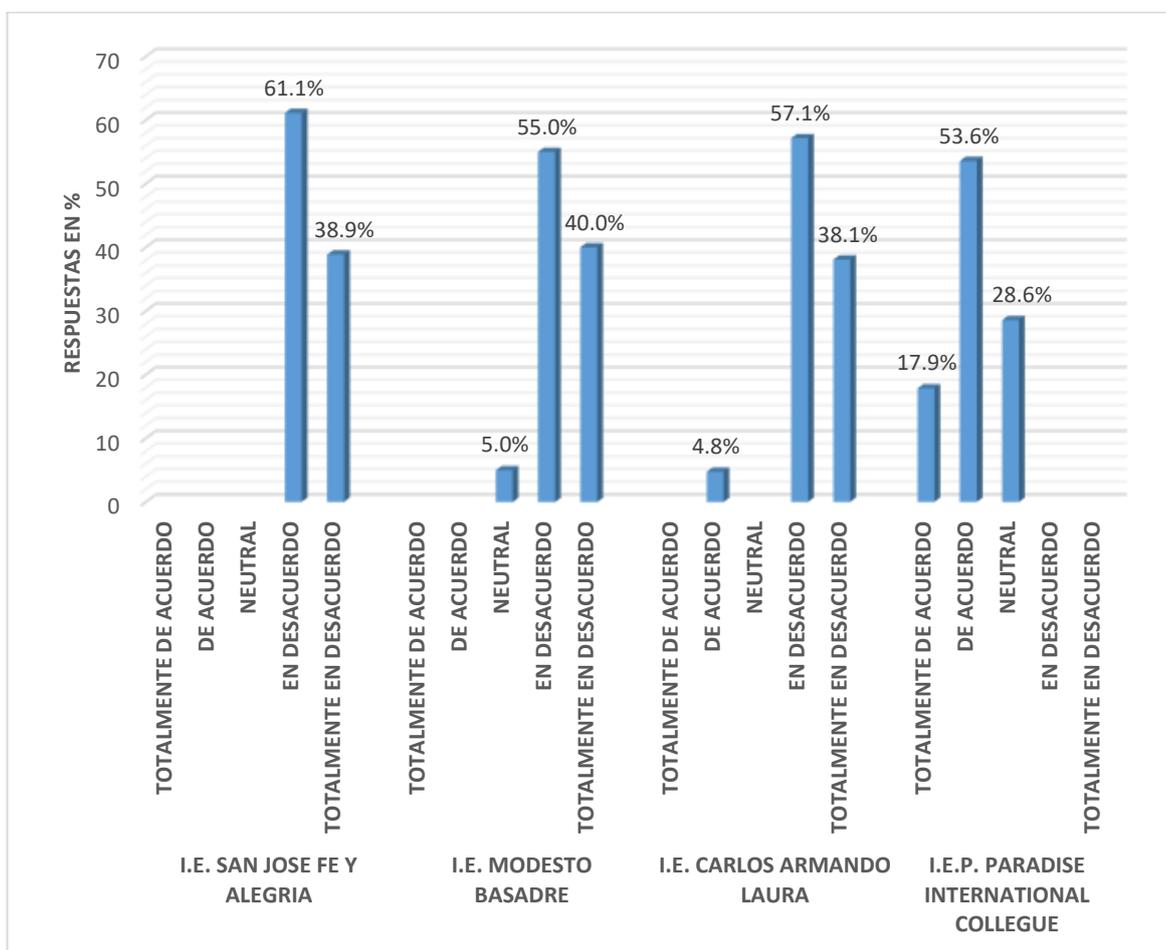
Resultados de la pregunta "Considero que la comunidad educativa tiene un papel importante en sensibilizar sobre los efectos del ruido del parque automotor"



En la figura 20 se puede resaltar que en la Institución Educativa "San José Fe y Alegría", de 18 docentes encuestados, el 61.1% se encontraron en desacuerdo; en la Institución Educativa "Modesto Basadre", de 20 docentes encuestados, el 55% mantuvieron una posición en desacuerdo; en la Institución Educativa "Carlos Armando Laura", de 21 docentes encuestados, el 57.1% estuvieron en posición en desacuerdo y en la Institución Educativa "Paradise International College", de 28 docentes encuestados, el 53.6% se encontraron de acuerdo.

Figura 20

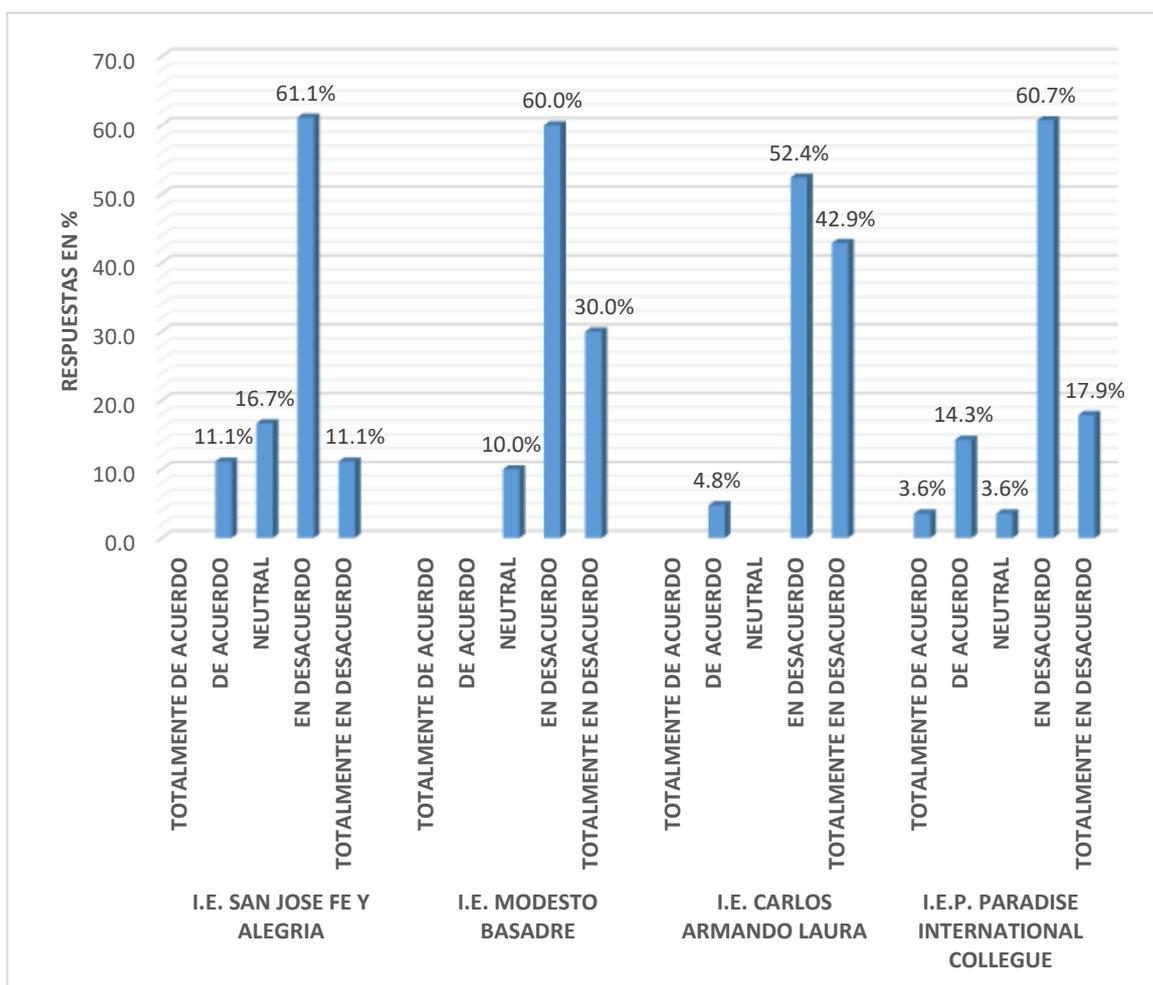
Resultados de la pregunta "Considero que el ruido producido por vehiculos cercanos a su Institución educativa interfiere con la enseñanza durante las clases"



En la figura 21 se puede resaltar que en la Institución Educativa "San José Fe y Alegría", de 18 docentes encuestados, el 61.1% se encontraron en desacuerdo; en la Institución Educativa "Modesto Basadre", de 20 docentes encuestados, el 60% mantuvieron una posición en desacuerdo; en la Institución Educativa "Carlos Armando Laura", de 21 docentes encuestados, el 52.4% estuvieron en posición en desacuerdo y en la Institución Educativa "Paradise International College", de 28 docentes encuestados, el 60.7% se encontraron en desacuerdo.

Figura 21

Resultados de la pregunta "Considero que la implementación de plataformas digitales para reportar niveles de ruido excesivos sería beneficiosa"



4.4. Análisis estadístico y contraste de hipótesis

4.4.1. Análisis de datos estadísticos obtenidos de medición de ruido

Los resultados obtenidos de acuerdo a las mediciones de ruido se analizaron por medio del software SPSS y asegurar que nuestros resultados sean verídicos comparándolos con los ECA para ruido establecidas para zonas de protección especial la cual es de 50 decibeles (dB) y si la hipótesis establecida (Los niveles de contaminación sonora producidos por el parque automotor en instituciones educativas de la ciudad de Tacna superan los estándares de calidad ambiental para ruido) se acepta o rechaza.

Hipótesis nula (H0): La media de las muestras es igual o menor que 50 ($\mu \leq 50$).

Hipótesis alterna (H1): La media de las muestras es mayor que 50 ($\mu > 50$).

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 $\alpha = 5\%$.

Por ello, las pruebas de normalidad (ver Anexo 3) determinaron que algunas muestras siguen una distribución normal, mientras que otras no. Para las muestras que presentan una distribución normal, se aplicó la prueba t de Student para una muestra (Tabla 5). Dado que la hipótesis es direccional, se utilizó una prueba unidireccional (de una sola cola) para evaluar si la media es mayor (o menor) que el valor de referencia.

Tabla 5

Resumen de pruebas t de student para muestras con distribución normal (Valor de prueba = 50 dB)

Mediciones	t	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Ruido Interior Fe y Alegría	36,482	26	0,000	14,30000	13,4943	15,1057
Ruido Interior Modesto Basadre	14,290	26	0,000	16,34815	13,9966	18,6997
Ruido Interior Carlos Armando Laura	31,387	26	0,000	19,11111	17,8595	20,3627
Ruido Interior Paradise International College	9,248	26	0,000	9,19630	7,1522	11,2404

Nota. Elaboración propia, 2024.

Para las muestras que no siguen una distribución normal, se aplicó la prueba de Wilcoxon para una muestra (Tabla 6). Esta prueba no paramétrica es adecuada para datos que no cumplen con los supuestos de normalidad y también se consideró como una prueba unidireccional para evaluar si la mediana de las muestras es significativamente mayor (o menor) que el valor de referencia.

Tabla 6

Resumen de la Prueba de Wilcoxon para Muestras sin distribución normal (Valor de prueba = 50dB)

Hipótesis nula	Test	Sig	Decisión
La media de ruido exterior "Paradise International College" es igual a 50,00	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de una muestra	0,000	Rechazar la hipótesis nula
La media de ruido exterior "Carlos Armando Laura" es igual a 50,00	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de una muestra	0,000	Rechazar la hipótesis nula

Nota. Elaboración propia, 2024.

Tal como se aprecia en las pruebas estadísticas (Tabla 5 y 6) Se rechaza la H_0 y se acepta el H_1 .

Asimismo, de acuerdo con los resultados de la prueba estadística realizada (Tablas 5 y 6), los valores medios de ruido, tanto en el interior como en el exterior de los colegios, superan los 50 dB con un nivel de significancia del 95%.

4.4.2. Análisis de datos estadísticos obtenidos de encuestas

Para la realización del análisis estadístico de las encuestas realizadas a los docentes, se hizo uso del software SPSS, teniendo como hipótesis planteada la siguiente: Los docentes de instituciones educativas de la ciudad de Tacna tienen una percepción negativa sobre los niveles de ruido producidos por el parque automotor en la ciudad de Tacna.

Para contrastar la hipótesis, se realizó la agrupación de ítems representados en la encuesta que constan de 10 preguntas que utilizan una escala Likert, en la que se califica como "Totalmente en desacuerdo" (percepción negativa) con un puntaje de 1 y

como "Totalmente de acuerdo" (percepción positiva) con un puntaje de 5. La escala utilizada para la agrupación considerando un mínimo 10 y máximo 50 puntos, si todos marcan 1 y 5 respectivamente es el siguiente:

- a. Percepción negativa (que agrupa respuestas marcadas como totalmente en desacuerdo) hasta una suma de 26).
- b. Percepción neutral, desde 27 hasta 38 puntos.
- c. Percepción positiva (que agrupa a aquellos que están totalmente de acuerdo en que los niveles de ruido son negativos) desde 39 hasta 50 puntos, que se pueden obtener como puntaje máximo si todos los encuestados marcan totalmente de acuerdo.

Los resultados se presentan en la Tabla 7 que se muestran a continuación:

Tabla 7

Agrupación de la percepción del ruido en las instituciones educativas de la ciudad de Tacna

Institución Educativa		Nivel de percepción	Frecuencia	Porcentaje
		negativa	7	25,0
I.E. "San José Fe y Alegría N° 40"	Válidos	neutral	11	39,3
	Perdidos	Total	18	64,3
		Sistema	10	35,7
		Total	28	100,0
		negativa	14	50,0
I.E. "Modesto Basadre"	Válidos	neutral	6	21,4
	Perdidos	Total	20	71,4
		Sistema	8	28,6
		Total	28	100,0
I.E. "Carlos Armando Laura"	Válidos	negativa	21	75,0
	Perdidos	Total	7	25,0
		Sistema	28	100,0
I.E.P.		negativa	6	21,4
"Paradise Internacional College"	Válidos	neutral	21	75,0
	Perdidos	positiva	1	3,6
		Total	28	100,0

Nota. Elaboración propia, 2024.

A continuación, en las figuras 22, 23, 24 y 25 se muestran los niveles de percepción obtenidos de acuerdo a cada institución educativa.

Figura 22

Visualización de frecuencia de percepción de ruido en la institución educativa Fe y Alegría

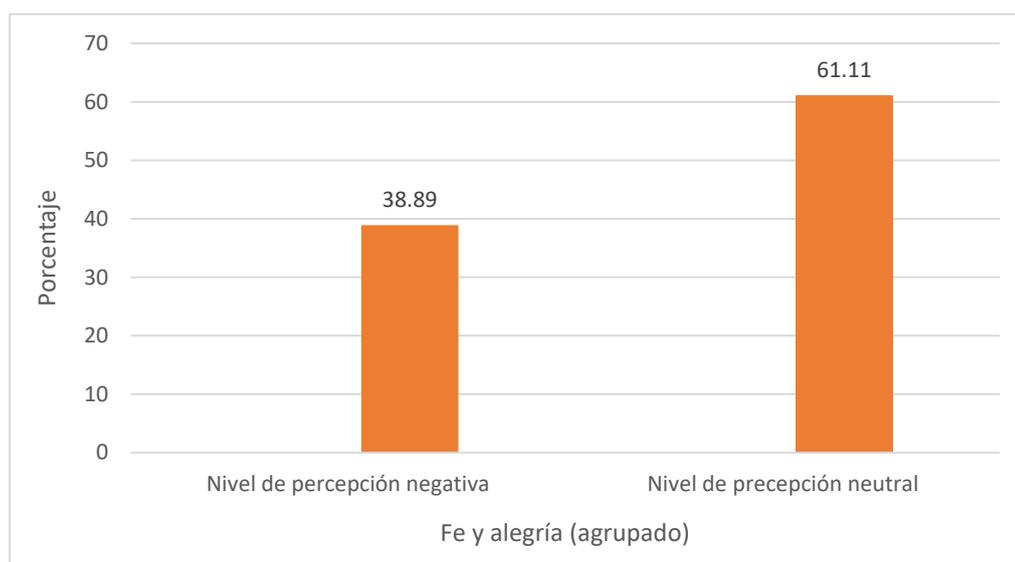


Figura 23

Visualización de frecuencia de percepción de ruido en la institución educativa Modesto Basadre

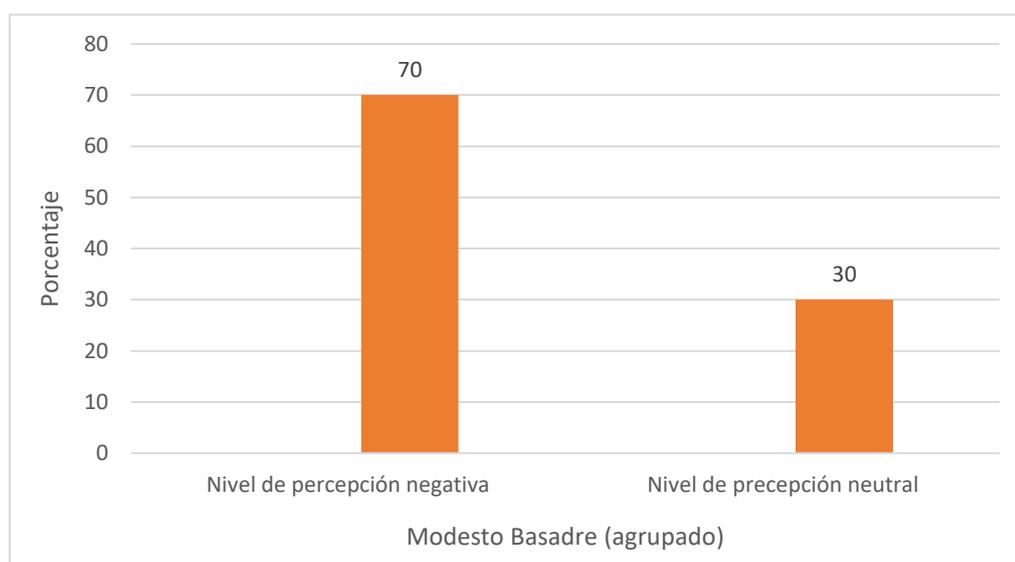
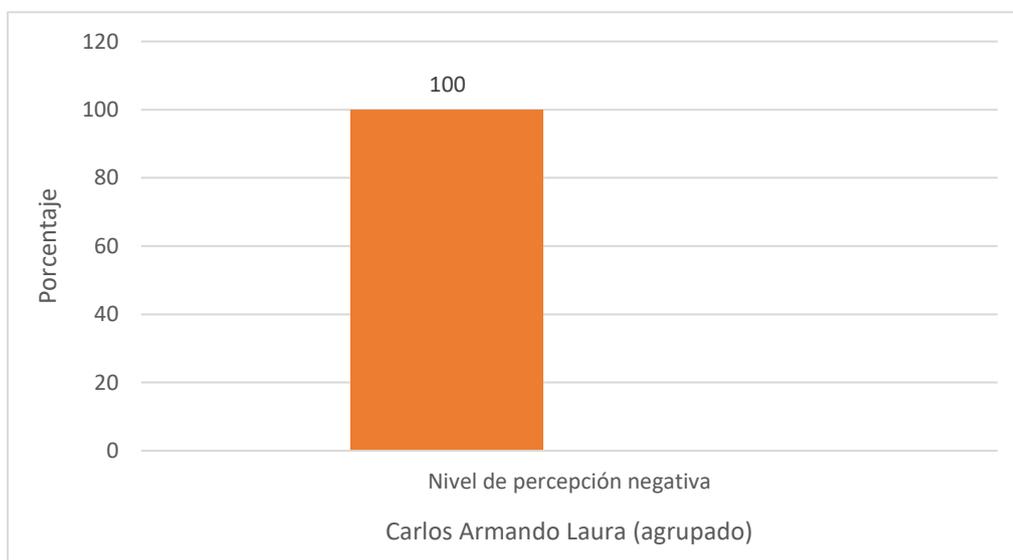
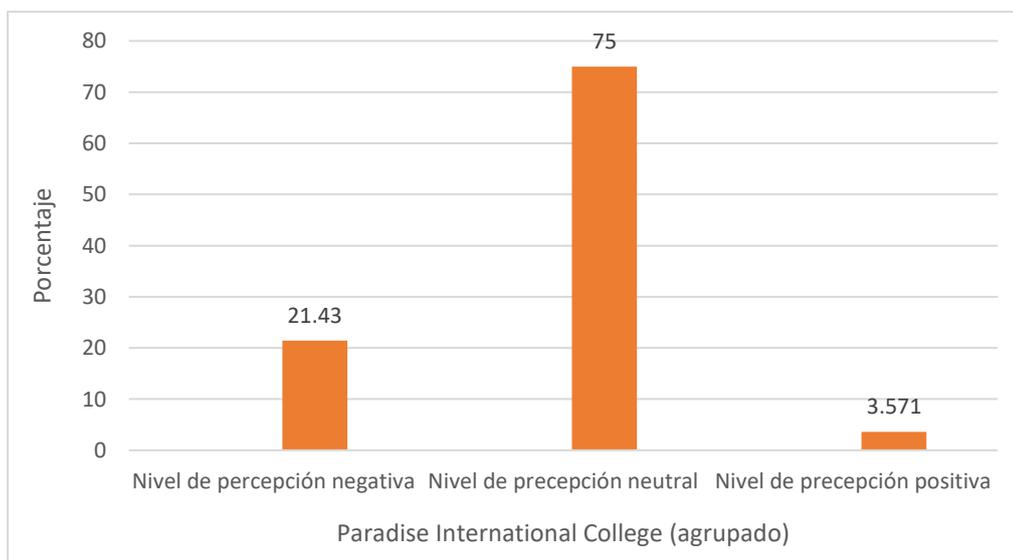


Figura 24

Visualización de frecuencia de percepción de ruido en la institución educativa Carlos Armando Laura

**Figura 25**

Visualización de frecuencia de percepción de ruido en la institución educativa Paradise



Para contrastar estadísticamente la percepción de ruido, se realizó la prueba de Wilcoxon para variables no paramétricas. Según la condición de agrupación la

percepción negativa es hasta 26 puntos, por tanto, se quiere probar si la mayoría de respuestas se ubica en el siguiente rango (< 27 puntos)

En la tabla 8, se observa el estadístico de contraste, donde el valor de significancia Sig. < 0,05, indica que es significativo, tal como se observa en la prueba realizada para cada colegio. Por lo tanto, hay evidencia suficiente para concluir que el nivel de percepción de los docentes de los cuatro colegios es negativo.

Tabla 8

Prueba de Wilcoxon para probar si existe percepción negativa

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La media de la I.E. "San José Fe y Alegría N° 40" es igual a 27,00.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de una muestra	0,045	Rechazar la hipótesis nula
2	La media de la I.E. "Modesto Basadre" es igual a 27,00.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de una muestra	0,000	Rechazar la hipótesis nula
3	La media de la I.E. "Carlos Armando Laura" es igual a 27,00.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de una muestra	0,000	Rechazar la hipótesis nula
4	La media de la I.E.P. "Paradise Internacional College" es igual a 27,00.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de una muestra	0,027	Rechazar la hipótesis nula

Nota. (a) =Prueba de Wilcoxon unidireccional

4.5. Formulación de los Planes de Mitigación de ruido para las instituciones educativas

En la Tabla 9 se desarrolla la formulación de un plan de mitigación de la calidad de ruido para las Instituciones educativas de la ciudad de Tacna donde se aprecian las medidas de mitigación y acciones que se pueden desarrollar en el futuro para la reducción de los niveles de ruido.

Tabla 9

Plan de Mitigación de la calidad de ruido para Instituciones Educativas de la ciudad de Tacna.

Plan Unificado de Mitigación de Ruido para Instituciones Educativas de la ciudad de Tacna				
Objetivo:	Formular un plan integral de mitigación de ruido producido por el parque automotor en diversas instituciones educativas de la ciudad de Tacna.			
Etapa(s) del proyecto:	Medición y evaluación de niveles de ruido, implementación de estrategias de mitigación.			
Responsable:	Especialista Ambiental.			
Lugar de aplicación	Tipo de medida	Medio	Componente	Ficha de Manejo
Área de influencia del proyecto	Prevención	Físico	Aire	Área de influencia del proyecto
Aspecto Ambiental	Impacto identificado	Plazo (meses)	Indicador	Medio de verificación
Generación de ruidos	Alteración de la calidad del aire por incremento del ruido	14 meses	Reducción de niveles de ruido	Informes de medición de ruido
Actividades que generen el impacto				
Tráfico vehicular intenso: La cercanía de rutas de alto tránsito automovilístico genera niveles elevados de ruido en los alrededores de la institución educativa,				

especialmente en horarios de entrada y salida de clases. Esto incluye tanto vehículos particulares como transporte público y comercial.

Eventos y actividades extraescolares: Eventos deportivos, ferias o celebraciones que se realicen en las instituciones o en sus cercanías pueden contribuir a un aumento temporal del ruido, generando molestias en el ambiente de aprendizaje.

Interacciones Comerciales: La presencia de comercios o negocios cerca de las instituciones educativas puede generar ruidos por entregas, funcionamiento de maquinaria o música alta, afectando la calidad del ambiente de aprendizaje.

Evaluación de monitoreo de ruido

Monitoreo de niveles de ruido en distintos puntos. Se identifican áreas críticas con niveles superiores a los límites aceptables.

Evaluación preliminar

Revisión de

infraestructura:

- Inspeccionar el estado de las aulas, baños y áreas comunes.
- Evaluar la disponibilidad y condición de los recursos materiales (mobiliario, equipos tecnológicos).

Encuestas a la comunidad escolar:

- Recoger opiniones de estudiantes, padres y docentes sobre necesidades y expectativas.
- Preguntar sobre problemas existentes que el proyecto podría abordar.

Evaluación de recursos

y capacidades:

- Analizar la disponibilidad de recursos financieros y humanos.
- Identificar posibles socios o colaboradores en la comunidad (municipalidades).
- Análisis de desarrollo del horario académico.

Evaluación del flujo vehicular

- Observar el comportamiento de los vehículos, incluyendo la frecuencia de paradas y aceleraciones.
 - Identificar los horarios de mayor congestión.
 - Realizar un conteo de vehículos en diferentes horarios (pico y no pico) para determinar la cantidad de vehículos que transitan cerca de las Instituciones Educativas
-

- Identificar las rutas principales que utilizan los vehículos para acceder a las instituciones. Evaluar si estas rutas son las más adecuadas o si existen alternativas que podrían reducir el tráfico

Medidas de minimización	Presupuesto y frecuencia estimado por acción		
	Costo	Costo	Tiempo de ejecución
	Estimado (S/) Mínimo	Estimado (S/) Máximo	
Barreras acústicas externas	S/ 15,000	S/ 40,000	3 meses
Reubicación de aulas	S/ 5,000	S/ 10,000	2 meses
Instalación de ventanas acústicas	S/ 6,000	S/ 15,000	2 meses
Creación de zonas verdes	S/ 4,000	S/ 10,000	4 meses
Programación de actividades	S/ 500	S/ 1,000	1 mes
Programa de concientización	S/ 1,000	S/ 1,500	1 mes
Monitoreo y Evaluación continua	S/ 2,000	S/ 2,500	1 mes

Descripción de las acciones a desarrollar

Acción: Diseñar y construir barreras acústicas alrededor del colegio, utilizando materiales que absorban el sonido. Evaluar la efectividad de las barreras una vez instaladas.

Responsable: Ingeniero civil y coordinador de infraestructura.

Acción: Realizar un diagnóstico del uso del espacio escolar para identificar aulas expuestas al ruido. Coordinar con el personal administrativo y docente para planificar la reubicación de aulas a áreas más tranquilas.

Responsable: Director de la institución y arquitecto.

Acción: Evaluar las ventanas actuales y seleccionar modelos de ventanas acústicas que se ajusten al diseño del edificio. Iniciar el proceso de compra e instalación con un proveedor especializado.

Responsable: Equipo de mantenimiento y administración.

Acción: Diseñar un plan para implementar jardines y áreas verdes alrededor del colegio, eligiendo plantas que ofrezcan un efecto de absorción del sonido. Fomentar la participación de la comunidad educativa en la plantación y mantenimiento.

Responsable: Comité ambiental y docente de educación física.

Acción: Elaborar un calendario de actividades ruidosas y compartirlo con el personal docente y administrativo. Establecer protocolos para asegurar que las actividades ruidosas no interfieran con las clases.

Responsable: Coordinador de actividades extracurriculares.

Acción: Organizar talleres y charlas para sensibilizar sobre la importancia de controlar el ruido y su impacto en el aprendizaje. Incluir a padres y estudiantes en estas iniciativas.

Responsable: Equipo de psicología educativa.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

En el desarrollo de la investigación, se tuvieron resultados con respecto a los monitoreos realizados en el exterior e interior de todas las instituciones educativas (zonas de protección especial), sobrepasan los límites permitidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) denotados con 50 dB en horario diurno, esto debido a la falta de medidas de fiscalización y el acatamiento a las normas por parte de las personas que conforman el parque automotor.

En comparación con el trabajo de García y Martínez (2021), mencionan que la valorización de los niveles de ruido en cuatro instituciones educativas de Huancavelica denotó datos en los cuales que en las cuatro instituciones educativas no superaron los 50 dB establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para zonas de protección especial.

En el estudio sobre la percepción de los docentes sobre los niveles de ruido producidos por el parque automotor de la ciudad de Tacna; los docentes, en su mayoría expresan una percepción negativa, teniendo como resultados que en la I.E. Fe y Alegría el 38.89% de los docentes expresaron se negatividad en cuanto a las preguntas propuestas; en la I.E. Modesto Basadre el 70% de los docentes; en la I.E. Carlos Armando Laura el 100% de los docentes denotaron una percepción negativa y en la I.E.P. Paradise International College, un 21.43%; a partir de estos resultados se deduce que, los docentes presentan una evaluación desfavorable sobre los niveles de ruido de la zona.

Condori (2019), menciona que el monitoreo ambiental en el periodo de tres días en el exterior de cada centro educativo en donde el nivel de ruido sobrepasa los ECA para ruido en los cuatro centros educativos de Juliaca y la realización de encuestas para la población estudiantil, teniendo como conclusiones que los niveles de ruido excesivos se relacionan constantemente con el nivel de atención estudiantil.

Con relación al estudio realizado, los datos obtenidos y analizados estadísticamente se comprobaron que los monitoreos en los puntos de estudio sobrepasaron los niveles de ruido permitidos por la zonificación de zona de protección especial, dando a conocer que, el parque automotor no solo causa un grave problema

en la calidad de enseñanza de la comunidad estudiantil, sino también, hace falta de una conciencia ambiental por parte de las autoridades competentes con respecto a la normativa de emisión de ruido. Por ello, el plan de mitigación formulado propone alternativas innovadoras para reducir la contaminación sonora de las instituciones educativas y la toma de iniciativas del personal docente y administrativo con la reducción de este problema ambiental para el bienestar de la comunidad estudiantil.

Esta alternativa de solución se plantea por medio de Rivera (2019), en donde se diseñó un plan de mitigación para mejorar la vida de la población y reducir los niveles de ruido de la zona.

CONCLUSIONES

La investigación demuestra que los niveles de contaminación acústica producidos por el parque automotor en las inmediaciones de las cuatro instituciones educativas analizadas superan los estándares establecidos de calidad ambiental para el ruido. Este hallazgo se evidenció tanto en las mediciones realizadas en las áreas exteriores como en las interiores de las instituciones

La evaluación de la percepción de los docentes indica una tendencia negativa hacia los niveles de ruido del parque automotor en Tacna. El 100% de los docentes de la I.E. Carlos Armando Laura y el 70% de la I.E. Modesto Basadre expresan insatisfacción con el ruido presente. Estos resultados evidencian un impacto adverso en el ambiente educativo, resaltando la urgente necesidad de implementar medidas de mitigación.

Se concluye que las estrategias propuestas para mitigar la contaminación sonora se centran en la implementación de barreras de ruido, un enfoque común en las cuatro instituciones analizadas. Se sugieren medidas específicas: reubicación de aulas y instalación de ventanas acústicas en la I.E. Fe y Alegría, creación de zonas verdes y programación de actividades en la I.E. Modesto Basadre, instalación de barreras acústicas en puntos críticos en la I.E. Carlos Armando Laura, y uso de plantas como barreras en Paradise International College. La combinación de estas estrategias, junto con el monitoreo constante y la sensibilización de la comunidad, contribuirá significativamente a mejorar el ambiente educativo y el bienestar de estudiantes y docentes.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Tacna la implementación de este plan de mitigación de la calidad de ruido y hacer cumplir estrictamente las normativas de ruido en las áreas cercanas a instituciones educativas, con el fin de mitigar el impacto del ruido del parque automotor y otras fuentes. Es esencial que las instituciones educativas mejoren o implementen sistemas de insonorización, como ventanas acústicas y muros aislantes, para reducir la contaminación acústica y proporcionar un ambiente adecuado para el aprendizaje.

Asimismo, se sugiere a las autoridades de tránsito gestionar la regulación del flujo vehicular en las cercanías de las escuelas, estableciendo medidas de control para disminuir la congestión y el ruido. Es necesario promover el uso de sonómetros en las instituciones para realizar un monitoreo continuo de los niveles de ruido, facilitando la identificación de puntos críticos y la implementación de acciones correctivas.

También se recomienda implementar programas de concienciación sobre el impacto de la contaminación sonora, involucrando a docentes, estudiantes y padres de familia en la creación de un entorno educativo más saludable. Fomentar la creación de zonas verdes alrededor de las instituciones educativas puede actuar como barreras naturales contra el ruido y mejorar la calidad del ambiente escolar.

Además, las instituciones deben programar actividades al aire libre en horarios que minimicen la exposición al ruido, teniendo en cuenta las fuentes de contaminación en la zona. Finalmente, se sugiere establecer un diálogo constante con las autoridades locales para desarrollar un plan de intervención que aborde la contaminación acústica en Tacna, asegurando un compromiso conjunto en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amable Álvarez, I., Méndez Martínez, J., Delgado Pérez, L., Acebo Figueroa, F., de Armas Mestre, J., y Rivero Llop, M. (2021). *Contaminación ambiental por ruido*. Matanzas, Cuba.
- Arteaga, L. (2018). *Caracterización de niveles de ruido en dos aulas de la Universidad Pedagógica Nacional: condiciones de aislamiento, tiempo de reverberación e inteligibilidad de la palabra*. Bogotá, Colombia.
- Bernabeu Taboada, D. (2007). *Efectos del ruido sobre la salud*. Madrid.
- Bella, C. (s.f.). Capítulo II. *Acústica arquitectónica*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla.
- Bobadilla, Y., Contreras, N., y Medina, M. (2018). *Características del impacto del ruido externo en las prácticas pedagógicas de las profesoras del Colegio Amigos de la comuna de Pedro Aguirre Cerda*. Chile.
- Casa, M., Cusi, L., y Vilca, L. (2019). *Percepciones sobre contaminación ambiental y actitudes en estudiantes universitarios*. Revista Innova Educación.
- Coluccio Leskow, E. (2022). *Sonido*. Buenos Aires: Etecé.
- Condori, N. (2019). *Evaluación de la contaminación acústica en los centros educativos de la avenida circunvalación oeste en la ciudad de Juliaca, 2019*. UPeU, Puno.
- Congreso. (2003). *Objetivos del Sistema de Monitoreo Ambiental*. Lima.
- Churata Neira, A. (2021). *Contaminación sonora y su influencia en el nivel de estrés en mercados de alta concurrencia de Tacna, 2018*
- De Esteban Alonso, A. (2003). *Contaminación acústica y salud*. Madrid.
- Felipe Sexto, L. (2002). *¿Cómo elegir un sonómetro?* La Habana, Cuba.
- García, M. y Martínez, H. (2021). *Evaluación del ruido ambiental en cuatro instituciones educativas de nivel primario en el área urbana del distrito de Huancavelica*. UNH, Huancavelica.
- González Sánchez, Y., y Fernández Díaz, Y. (2014). *Efectos de la contaminación sónica sobre la salud*. La Habana, Cuba.

- Huayllahua, L. (2023). Medición de ruido ambiental y grado de percepción en estudiantes dentro de dos instituciones educativas del distrito de Iquitos, 2023. UNAP, Iquitos.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, INSST. (2020). *Ruido*. Madrid.
- Llanos, V. y Suárez, M. (2019). *Análisis y evaluación del ruido ambiental generado por los establecimientos nocturnos en los barrios el Samán y la Independencia del Municipio de Acacías*. Departamento del Meta, Colombia.
- Martínez, R., y López, G. (2018). *Transporte y Medio Ambiente: Análisis del Parque Automotor y su Impacto*. Editorial Universitaria, 1(1), 45-60
- Mamani, A. y Mendoza, N. (2020) Contaminación acústica y su percepción ambiental en la comunidad educativa del Cercado de Tacna, 2019. Ingeniería Investiga, Vol. 2(1).
- Ministerio Nacional del Ambiente, MINAM. (2003). *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*.
- Ministerio Nacional del Ambiente, MINAM. (2014). *Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental*. Lima, Perú.
- Ministerio Nacional del Ambiente, MINAM. (2018). *Fuentes móviles*. Lima, Perú.
- Ministerio Nacional del Ambiente, MINAM. (2019). *Estándar de Calidad Ambiental*. Lima, Perú.
- Miyara, F. (2010). *Acústica Urbana*. Uruguay.
- Miyara, F. (1995). *Contaminación acústica urbana en Rosario*. Rosario, Argentina.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, OEFA. (2016). *La Contaminación Sonora en Lima y Callao*. Lima.
- Presidencia del Consejo de Ministros, PCM. (2003). *Decreto Supremo N° 085-2003-PCM*. Ministerio del Ambiente.
- Pérez Vega, C. (2001). *Sonido y audición*. Cantabria
- Rivera, A. (2019). *Diseño de un plan de mitigación del nivel de ruido ambiental en el mercado de abasto del distrito de Huamachuco - año 2019*. Trujillo, Perú.
- Rodríguez Medrano, R., y A'Gaytán Rodríguez, P. (2006). *Manual de audioprotesis*. Guadalajara, México.
- Santisteban, F. (2013). *Niveles de ruido en cinco (5) colegios de la zona urbana y su percepción en el estado anímico de los alumnos*. Iquitos, Loreto.

- SIAFA. (2019). *Promediando energía sonora*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires
- Silva, D. y Solís, D. (2019). *Relaciones entre la exposición a ruido de tráfico vehicular y la evaluación educativa en los colegios de la zona urbana de Quito*. Ecuador.
- Tito Mollo, K. A. (2022). Estimación de contaminación acústica en la zona residencial de av. Zarumilla con Circunvalación Oeste del distrito de Tacna.
- U.S. Agencia de Protección Ambiental (EPA). (2011). *El ruido y sus efectos sobre la salud y el bienestar*. Washington, D.C.: U.S. Agencia de protección ambiental.
- Veliz, N. (2022). *Análisis comparativo de la incidencia del ruido por tráfico vehicular en instituciones educativas de la ciudad de Esmeraldas*. Ambato, Ecuador.
- Wissar, K. (2017). *Influencia del ruido ambiental ocupacional en la perturbación de los trabajadores del colegio Trilce de la ciudad de Huancayo durante el año 2015*. UC, Huancayo.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicador	Metodología
<p>Problema general</p> <p>¿Será posible formular un plan de mitigación de calidad ambiental de ruido producido por el parque automotor en instituciones educativas de la ciudad de Tacna?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Formular un plan de mitigación de calidad ambiental de ruido producido por el parque automotor en instituciones educativas de la ciudad de Tacna.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La evaluación ambiental permitirá formular un plan de mitigación de calidad ambiental de ruido producido por el parque automotor en instituciones educativas de la ciudad de Tacna.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>- Calidad ambiental de ruido</p>	<p>- Delimitación de puntos de medición</p> <p>- Ruido producido por el parque automotor</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>- Explicativo</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>- Aprehensivo</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>a. ¿Cuáles serán los niveles de contaminación sonora producidos por el parque automotor en instituciones educativas de la ciudad de Tacna?</p> <p>b. ¿Cuál es la percepción de los docentes de las instituciones educativas respecto a los niveles de ruido producidos por el parque automotor de la ciudad de Tacna?</p> <p>c. ¿Qué estrategias serán las más adecuadas para contrarrestar los niveles de contaminación sonora excedentes por instituciones educativas de la ciudad de Tacna?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>a. Identificar los niveles de contaminación sonora producidos por el parque automotor en instituciones educativas de la ciudad de Tacna.</p> <p>b. Evaluar la percepción de los docentes de las instituciones educativas respecto a los niveles de ruido producidos por el parque automotor en la ciudad de Tacna.</p> <p>c. estrategias para contrarrestar los niveles de contaminación sonora en instituciones educativas de la ciudad de Tacna.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>a. Los niveles de contaminación sonora producidos por el parque automotor en instituciones educativas de la ciudad de Tacna superan los estándares de calidad ambiental para ruido.</p> <p>b. Los docentes de instituciones educativas de la ciudad de Tacna tienen una percepción negativa sobre los niveles de ruido producidos por el parque automotor en la ciudad de Tacna.</p> <p>c. Las estrategias elegidas son eficientes para contrarrestar los niveles de contaminación sonora en instituciones educativas de la ciudad de Tacna.</p>	<p>Variable dependiente</p> <p>Plan de mitigación para reducir la contaminación sonora</p> <p>Variable interviniente</p> <p>Condiciones ambientales (condiciones climáticas)</p>	<p>- Propuestas de estrategias específicas</p> <p>- Potencial reducción de niveles de ruido</p> <p>- Medición de nivel de percepción</p>	<p>Diseño de investigación</p> <p>- No experimental</p>

Anexo 2: Certificado de calibración del sonómetro

 <p>OHLAB OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.</p>	<p>LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 029</p>	 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado</p>												
<p>Registro N° LC - 029</p>														
<h2>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</h2> <h3>OHLAC-082-2024</h3>														
<p>1.- SOLICITANTE</p>	<p>Nombre: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</p> <p>Dirección: AV. BOLOGNESI NRO. 1177 TACNA - TACNA - TACNA</p> <p>OTI: LC-110</p>	<p>Este certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales (INACAL) y/o internacionales. OHLAB S.A.C. custodia, conserva y mantiene sus patrones en áreas con condiciones ambientales controladas, realiza mediciones 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 del medida del Perú. OHLAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debe tener un control de mantenimiento y recalibraciones apropiadas para cada instrumento.</p>												
<p>2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN Sonómetro</p>	<p>Marca: Larson Davis</p> <p>Modelo: LxT1</p> <p>N° de Serie: 0007157</p> <p>Clase: 1</p> <p>Micrófono: PCB 377B02</p> <p>N° S. Micrófono: 340128</p> <p>Resolución: 0,1 dB</p> <p>Procedencia: Estados Unidos</p>													
<p>3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN</p>	<p>* El instrumento fue calibrado el 2024 - 03 - 01. * La calibración se realizó en el Área de Electroacústica del Laboratorio OHLAB S.A.C.</p>													
<p>4.- CONDICIONES AMBIENTALES</p>	<table border="1"> <tr> <td>Temperatura</td> <td>24,7 °C</td> <td>±</td> <td>0,2 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad</td> <td>56,2 % hr</td> <td>±</td> <td>0,2 % hr</td> </tr> <tr> <td>Presión</td> <td>1010,6 hPa</td> <td>±</td> <td>0,6 hPa</td> </tr> </table>	Temperatura	24,7 °C	±	0,2 °C	Humedad	56,2 % hr	±	0,2 % hr	Presión	1010,6 hPa	±	0,6 hPa	
Temperatura	24,7 °C	±	0,2 °C											
Humedad	56,2 % hr	±	0,2 % hr											
Presión	1010,6 hPa	±	0,6 hPa											
<p>Este Certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología OHLAB S.A.C.. Certificado sin firma y sello carecen de validez. Los resultados de este certificado no deben utilizarse como certificado de conformidad de producto. Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a calibración, el laboratorio OHLAB S.A.C. declina de toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este certificado.</p>														
<p>Fecha de emisión: 2024-03-01</p>	<p>Sello</p>													
	 <p>Juan Diego Arribasblato Gerente de Operaciones</p>													
<p>OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C. Laboratorio de Metrología Avenida La Marina N° 365, La Perla Callao - Peru Telf: (01) 454 3009 Cel: (+51) 983 731 872 Email: comercial@ohlaboratory.com Web: www.ohlaboratory.com</p>														
		<p>Pág. 1 de 9 FGC-144/MAYO2019/Rev.00</p>												



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración

LAC - 029 - 2024

Página 1 de 4

Expediente	1053094	<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	UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	
Dirección	Av. Bolognesi Nro 1177 Tacna – Tacna - Tacna	
Instrumento de Medición	CALIBRADOR ACUSTICO	
Marca	LARSON DAVIS	
Modelo	CAL 200	
Procedencia	NO INDICA	
Clase	1	
Número de Serie	20424	
Fecha de Calibración	2024-04-19	

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
	 <small>Firmado digitalmente por CUSPUMA Billy Belme FAU 2060226315.pdf Fecha: 2024-04-19 14:28:27</small>	 <small>Firmado digitalmente por GUEVARA CHUQUILLANGUI Giancarlo Miguel FAU 2060226315.pdf Fecha: 2024-04-19 16:12:02</small>
	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Tel.: (01) 840-8820 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/sim/verificar/>

Anexo 3: Diseño de la encuesta

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL					
ENCUESTA DE PERCEPCIÓN SONORA A DOCENTES DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE TACNA					
<p>Se está llevando a cabo una investigación denominada "Formulación de un Plan de Mitigación de Calidad Ambiental del ruido producido por el parque automotor y la percepción en instituciones educativas de la ciudad de Tacna". Para este estudio, es crucial contar con la percepción real de ruido ambiental por parte de la comunidad educativa, con el fin de optimizar el entorno sonoro para beneficio de todos. Agradecería mucho su colaboración contestando el siguiente cuestionario. Tus respuestas serán fundamentales para diseñar estrategias efectivas que mejoren la calidad ambiental en nuestras instituciones educativas.</p>					
MARCA CON UN ASPA(X), SOLO UNA ALTERNATIVA A CADA PREGUNTA PROPUESTA					
<input type="radio"/> Hombre		<input type="radio"/> Mujer		EDAD _____	
PREGUNTAS		ESCALA			
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1. Está de acuerdo que la información que tiene sobre los niveles de ruido de su institución educativa es buena.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Está de acuerdo que el nivel de ruido del parque automotor ha aumentado en los últimos años.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Está de acuerdo que el nivel de ruido proveniente del parque automotor es excesivo durante las horas de clase.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Está de acuerdo que la ubicación geográfica de su institución educativa influye en la exposición al ruido del parque automotor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. El tipo de edificaciones alrededor de la institución educativa modera el impacto del ruido del parque automotor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. El diseño arquitectónico de la institución educativa ayuda a mitigar el ruido del parque automotor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Está de acuerdo que las autoridades municipales deberían tomar medidas más estrictas para controlar el ruido del parque automotor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Considero que la comunidad educativa tiene un papel importante en sensibilizar sobre los efectos del ruido del parque automotor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Considero que el ruido producido por vehículos cercanos a su Institucion educativa interfiere con la enseñanza durante las clases.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Considero que la implementación de plataformas digitales para reportar niveles de ruido excesivos sería beneficiosa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anexo 4: Prueba de Normalidad en análisis estadístico de las mediciones (tamaño de muestra 27)

Zona de medición	Shapiro-Wilk			Prueba a aplicar
	Estadístico	gl	Sig.	
Ruido Interior Fe y Alegria	0,934	27	0,089	t-student
Ruido Exterior Fe y Alegria	0,981	27	0,884	t-student
Ruido Interior Modesto Basadre	0,934	27	0,085	t-student
Ruido Exterior Modesto Basadre	0,931	27	0,074	t-student
Ruido Interior Carlos Armando Laura	0,970	27	0,590	t-student
Ruido Exterior Carlos Armando Laura	0,922	27	0,043	Wilcoxon
Ruido Interior Paradise of Children	0,979	27	0,831	t-student
Ruido Exterior Paradise of Children	0,726	27	0,000	Wilcoxon

Anexo 5: Distribución de puntos de monitoreo y medición en cada I.E.

Punto N°	Institución Educativa	Días de medición	Medición N°			
			1	2	3	4
1		1	1	2	3	
		2	4	5	6	
		3	7	8	9	
		1	10	11	12	
2		2	13	14	15	
		3	16	17	18	
		1	19	20	21	
3	I.E. "San José Fe y Alegría N° 40"	2	22	23	24	
		3	25	26	27	
		1	28	29	30	
		2	31	32	33	
4		3	34	35	36	
		1	37	38	39	
5		2	40	41	42	

		3	43	44	45
		1	46	47	48
6		2	49	50	51
		3	52	53	54
<hr/>					
		1	55	56	57
7		2	58	59	60
		3	61	62	63
		1	64	65	66
8		2	67	68	69
		3	70	71	72
<hr/>					
		1	73	74	75
9		2	76	77	78
		3	79	80	81
		1	82	83	84
10	I.E. "Modesto Basadre"	2	85	86	87
		3	88	89	90
		1	91	92	93
11		2	94	95	96
		3	97	98	99
		1	100	101	102
12		2	103	104	105
		3	106	107	108
<hr/>					
		1	109	110	111
13		2	112	113	114
		3	115	116	117
		1	118	119	120
14		2	121	122	123
		3	124	125	126
		1	127	128	129
15	I.E. "Carlos Armando Laura"	2	130	131	132
		3	133	134	135
		1	136	137	138
16		2	139	140	141

		3	142	143	144
		1	145	146	147
17		2	148	149	150
		3	151	152	153
		1	154	155	156
18		2	157	158	159
		3	160	161	162
		1	163	164	165
19		2	166	167	168
		3	169	170	171
		1	172	173	174
20		2	175	176	177
		3	178	179	180
		1	181	182	183
21		2	184	185	186
		3	187	188	189
	I.E.P. "Paradise	1	190	191	192
22	Internacional	2	193	194	195
	College"	3	196	197	198
		1	199	200	201
23		2	202	203	204
		3	205	206	207
		1	208	209	210
24		2	211	212	213
		3	214	215	216

Anexo 6: Codificación de campo de puntos de monitoreo

CODIGO DE CAMPO	PUNTO DE MONITOREO/INSTITUCION EDUCATIVA
P1FA	PRIMER PUNTO DE MONITOREO / I.E. SAN JOSE FE Y ALEGRÍA
P2FA	SEGUNDO PUNTO DE MONITOREO / I.E. SAN JOSE FE Y ALEGRÍA
P3FA	TERCER PUNTO DE MONITOREO / I.E. SAN JOSE FE Y ALEGRÍA
P4FA	CUARTO PUNTO DE MONITOREO / I.E. SAN JOSE FE Y ALEGRÍA
P5FA	QUINTO PUNTO DE MONITOREO / I.E. SAN JOSE FE Y ALEGRÍA
P6FA	SEXTO PUNTO DE MONITOREO / I.E. SAN JOSE FE Y ALEGRÍA
P1MB	PRIMER PUNTO DE MONITOREO / I.E. MODESTO BASADRE
P2MB	SEGUNDO PUNTO DE MONITOREO / I.E. MODESTO BASADRE
P3MB	TERCER PUNTO DE MONITOREO / I.E. MODESTO BASADRE
P4MB	CUARTO PUNTO DE MONITOREO / I.E. MODESTO BASADRE
P5MB	QUINTO PUNTO DE MONITOREO / I.E. MODESTO BASADRE
P6MB	SEXTO PUNTO DE MONITOREO / I.E. MODESTO BASADRE
P1AL	PRIMER PUNTO DE MONITOREO / I.E. CARLOS ARMANDO LAURA
P2AL	SEGUNDO PUNTO DE MONITOREO / I.E. CARLOS ARMANDO LAURA
P3AL	TERCER PUNTO DE MONITOREO / I.E. CARLOS ARMANDO LAURA
P4AL	CUARTO PUNTO DE MONITOREO / I.E. CARLOS ARMANDO LAURA
P5AL	QUINTO PUNTO DE MONITOREO / I.E. CARLOS ARMANDO LAURA
P6AL	SEXTO PUNTO DE MONITOREO / I.E. CARLOS ARMANDO LAURA
P1PIC	PRIMER PUNTO DE MONITOREO / I.E. PARADISE INTERNATIONAL
P2PIC	SEGUNDO PUNTO DE MONITOREO / I.E. PARADISE INTERNATIONAL
P3PIC	TERCER PUNTO DE MONITOREO / I.E. PARADISE INTERNATIONAL
P4PIC	CUARTO PUNTO DE MONITOREO / I.E. PARADISE INTERNATIONAL
P5PIC	QUINTO PUNTO DE MONITOREO / I.E. PARADISE INTERNATIONAL
P6PIC	SEXTO PUNTO DE MONITOREO / I.E. PARADISE INTERNATIONAL

Anexo 7: Conteo del flujo vehicular en las Instituciones educativas de la ciudad de Tacna

CONTEO VEHICULAR I.E. "San José Fe y Alegría N° 40"		
DÍAS	TIPO DE VEHICULO	
	VEHÍCULOS LIVIANOS	VEHÍCULOS DE CARGA PESADA
DÍA 1	221	16
	130	30
	138	10
DÍA 2	192	31
	120	44
	206	20
DÍA 3	163	24
	156	37
	161	32
CONTEO VEHICULAR I.E. "Modesto Basadre"		
DÍAS	TIPO DE VEHICULO	
	VEHÍCULOS LIVIANOS	VEHÍCULOS DE CARGA PESADA
DÍA 1	189	45
	180	27
	144	36
DÍA 2	160	64
	198	36
	185	36
DÍA 3	162	32
	152	50
	179	42
CONTEO VEHICULAR I.E. "Carlos Armando Laura"		
DÍAS	TIPO DE VEHICULO	
	VEHÍCULOS LIVIANOS	VEHÍCULOS DE CARGA PESADA
DÍA 1	130	40
	85	35
	114	30
DÍA 2	133	35
	78	27
	95	31
DÍA 3	122	35
	109	21
	96	29

CONTEO VEHICULAR I.E.P. "Paradise Internacional College"		
DÍAS	TIPO DE VEHICULO	
	VEHÍCULOS LIVIANOS	VEHÍCULOS DE CARGA PESADA
DÍA 1	220	38
	268	14
	98	17
DÍA 2	229	49
	173	34
	132	40
DÍA 3	196	28
	277	56
	218	20

Anexo 8: Validación de encuestas realizadas en la investigación

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. Datos Generales

- 1.1. Apellidos y nombres del informante (Experto): *Navarro Ayala Ricardo William*
- 1.2. Carrera Profesional: *Ingeniería Ambiental*
- 1.3. Grado Académico: *Maestro*
- 1.4. Profesión: *Ingeniero Ambiental*
- 1.5. Institución donde labora: *Universidad Privada de Tacna*
- 1.6. Cargo que desempeña: *Docente*
- 1.7. Denominación del Instrumento: *Encuesta*
- 1.8. Autor del instrumento: *Bach, Gómez Pantigoso Fabricio Axl*
Bach. Flores Ramos Frank Enrique

II. Validación

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS (Sobre los ítems del instrumento)	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión					X
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables y medibles					X
3. Consistencia	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable					X
4. Coherencia	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable					X
5. Pertinencia	La categoría de las respuestas y sus valores son apropiados					X
6. Suficiencia	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento					X
SUMATORIA PARCIAL						30
SUMATORIA TOTAL						30

III. Resultados de la Validación

3.1. Valoración total cuantitativa

3.2. Opinión

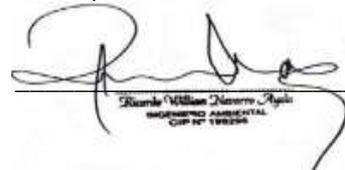
Favorable (X)

No favorable ()

Debe mejorar ()

3.3. Observaciones

Tacna, 24 de Julio del 2024



Ricardo William Navarro Ayala
Ingeniero Ambiental
CIP No. 74503

Anexo 9: Panel fotográfico

Fotografía 1

Monitoreo en el frontis de la I.E. "San José Fe y Alegría"



Fotografía 2

Monitoreo en el frontis de la I.E. "Modesto Basadre"



Fotografía 3

Monitoreo en el frontis de la I.E. Carlos Armando Laura

**Fotografía 4:**

Monitoreo en el frontis de la I.E.P. Paradise International College



Fotografía 5:

Monitoreo en el interior de la I.E. Fe y Alegría

**Fotografía 6:**

Monitoreo en el interior de la I.E. Modesto Basadre



Fotografía 7:

Monitoreo en el interior de la I.E. Carlos Armando Laura

**Fotografía 8:**

Monitoreo en el interior de la I.E.P. Paradise International College



Fotografía 9:

Calibración del sonómetro

