

PROVEIDO 001966-2026-UNH/FCI

EXPEDIENTE : 2026-0022712

ASUNTO: REMITO DOCUMENTO PARA DESIGNACIÓN DE ASESOR, APROBACIÓN E INSCRIPCIÓN DE PROYECTO DE TESIS, MEDIANTE ACTO RESOLUTIVO

REFERENCIA : OFICIO N° 000605-2026-EPIAS DESIGNACIÓN DE ASESOR, APROBACIÓN E INSCRIPCIÓN DE PROYECTO DE TESIS, MEDIANTE ACTO RESOLUTIVO

FECHA

16/10/2026

Atender en 0 días

SANCHEZ ARAUJO VICTOR GUILLERMO
DECANO(A)



UNH

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCAVELICAESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

Firmado digitalmente por DUEÑAS
JURADO Carlos FAU 20168014962
soft
Cargo: Director(A) De Escuela
Profesional
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 14.10.2026 13:48:31 -05:00

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

Huancavelica, 14 de Octubre del 2026

OFICIO N° 000605-2026-UNH/EPIAS

Señor (a):

VICTOR GUILLERMO SANCHEZ ARAUJO
DECANO(A)

Presente. –

Asunto: DESIGNACIÓN DE ASESOR, APROBACIÓN E INSCRIPCIÓN DE PROYECTO DE TESIS, MEDIANTE ACTO RESOLUTIVO.

Referencia: INFORME 000030-2026-UNH/DAIAS-WSH (9OCT2026)

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted, para hacerle llegar el saludo cordial a nombre de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria y el mío propio, en atención al documento de la referencia, solicito aprobación mediante acto resolutivo la designación de Asesor, Aprobación e Inscripción de Proyecto de Tesis, el cual adjunto al presente los documentos de la referencia:

ASESOR:

Dr. WILFREDO SÁEZ HUAMÁN

PROYECTO DE TESIS:

“MODELACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL TRÁNSITO VEHICULAR SOBRE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL EN EL CENTRO URBANO DE HUANCAVELICA, 2026”

PRESENTADO POR:

DAYANNA MERINO HUAMANI

Hago propicia la oportunidad para expresarle el testimonio de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

Documento Firmado Digitalmente

CARLOS DUEÑAS JURADO
DIRECTOR(A) DE ESCUELA PROFESIONAL
«ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA»

CDJ/hcq
cc.:

N° Expediente: 2026-0022712



Escanea para verificar

"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por la Universidad Nacional de Huancavelica, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM". Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través.

Dirección web: <https://sgd2.unh.edu.pe/verifica/inicio.do>
Código de Verificación: **STDYQ21**

CERTIFIED
ISO 21001:2018



CERTIFIED
ISO 9001:2015



CERTIFIED
ISO 14001:2015



Ubicación:

Jr. Victoria Garma N° 330
y Jr. Hipólito Unanue N° 209
Local Central - Huancavelica

(www.unh.edu.pe)



UNH

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCAMELICA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA



Firmado digitalmente por SAEZ
HUAMAN Wilfredo FAU 20168014962
soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 09.10.2026 10:47:24 -05:00

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

Huancavelica, 09 de Octubre del 2026

INFORME N° 000030-2026-UNH/DAIAS-WSH

A: **CARLOS DUEÑAS JURADO**
DIRECTOR(A) DE ESCUELA PROFESIONAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

ASUNTO: **REMITO APROBACIÓN DE PROYECTO DE TESIS POR EL ASESOR.**

Referencia: MEMORANDO 000055-2026-UNH/EPIAS (23SEP2026)

Fecha elaboración: Huancavelica, 09 de Octubre de 2026

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para hacer de conocimiento la aprobación del proyecto de tesis titulada "Modelación de la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica, 2026", de la estudiante: Dayanna, MERINO HUAMANI, así mismo se emita la resolución respectiva.

Sin otro particular es propicia la ocasión para hacerle llegar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

Documento Firmado Digitalmente

WILFREDO SÁEZ HUAMÁN
DOCENTE ASESOR
DOCENTES DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

WSH
cc.:

N° Expediente: 2026-0022712



Escanea para verificar

"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por la Universidad Nacional de Huancavelica, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM". Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través.

Dirección web: <https://sgd2.unh.edu.pe/verifica/inicio.do>
Código de Verificación: **WDEJCA4**

Ubicación:

Jr. Victoria Garma N° 330
y Jr. Hipólito Unanue N° 209
Local Central – Huancavelica

(www.unh.edu.pe)

	Reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional de Huancavelica	Código:	RE-VRAC-PO01-1-1
		Versión:	1
		Página:	Página 63 de 95

Anexo 02

Ficha de evaluación de proyecto de tesis/trabajo de investigación/trabajo académico



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIA DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

FICHA DE EVALUACIÓN DE PROYECTO DE TESIS/TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/TRABAJO ACADÉMICO

Título del proyecto	Modelación de la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica, 2026
Investigador	Dayanna, MERINO HUAMANI
Asesor(a)	Dr. Wilfredo, SAEZ HUAMAN

INCOMPLETO (1)	BUENO (2)	MUY BUENO (3)
----------------	-----------	---------------

TITULO		ESCALA		
		1	2	3
1	El título presenta: claridad, precisión y coherencia (mínimo 15 y máximo 20 palabras)			X
2	Delimitación adecuada			X
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA				
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		1	2	3
3	Delimita y contextualiza el problema.			X
4	La redacción del planteamiento del problema es coherente.			X
5	Argumentación con referencias bibliográficas.			X
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA		1	2	3
6	La formulación del problema está redactada con claridad y precisión.			X
7	El problema presenta variable(s) y tiene relación con el título.			X
8	Los problemas específicos se relacionan con el problema general.			X
OBJETIVOS		1	2	3
9	El objetivo general evidencia el propósito del estudio			X
10	Los objetivos específicos se derivan del objetivo general y son factibles de alcanzar.			X
11	Los objetivos responden al problema de investigación.			X
JUSTIFICACIÓN		1	2	3
12	Se exponen las razones ¿por qué?, ¿para qué? y la viabilidad del estudio.			X
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO				
ANTECEDENTES		1	2	3
13	Presenta los antecedentes y los integra en relación con el problema de investigación.			X
14	En los antecedentes se mencionan el problema, objetivo(s), metodología, población, resultados y conclusiones.			X
BASES TEÓRICAS		1	2	3

15	La organización de las bases teóricas es coherente y corresponde a las variables de estudio.				X
16	Las bases teóricas fundamentan las variables de estudio.				X
DEFINICIÓN DE TÉRMINOS			1	2	3
17	Define los conceptos más relevantes del estudio.				X
18	Utiliza 10 conceptos como mínimo con fuentes en orden alfabético.				X
HIPÓTESIS			1	2	3
19	La hipótesis se enuncia de manera clara y precisa.	Proyectos de investigación que consideren hipótesis, se califica y se otorga el puntaje correspondiente	Proyectos de investigación que no consideren hipótesis, se asigna la máxima puntuación		X
20	Si no plantea hipótesis las investigaciones tecnológicas obtienen la ponderación máxima				X
21	La hipótesis responde al problema de investigación.				X
VARIABLES			1	2	3
22	Identifica(n) con precisión la(s) variable(s) de estudio				X
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			1	2	3
23	La operacionalización presenta definición conceptual y operacional de la(s) variable(s) o también presenta dimensiones (si es pertinente), indicadores, ítems o instrumentos.				X
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA			1	2	3
24	Identifica el ámbito de estudio.				X
25	Selecciona y fundamenta el tipo y nivel de investigación.				X
26	Existe correspondencia entre nivel y diseño de investigación.				X
27	Señala la población y muestra de estudio.	Proyectos de investigación que consideren hipótesis, se califica y se otorga el puntaje correspondiente	Proyectos de investigación que no consideren hipótesis, se asigna la máxima puntuación		X
28	Selecciona y fundamenta el tipo de muestreo a utilizar.				X
29	Selecciona y fundamenta las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio.			X	
30	Precisa los procedimientos para la recolección de datos.			X	
31	Especifica y fundamenta la(s) técnica(s) y procedimientos estadísticos(s) para el análisis de datos.			X	
CAPÍTULO IV: ASPECTO ADMINISTRATIVO			1	2	3
32	Se señala el recurso humano y los recursos materiales y equipos				X
33	El presupuesto, financiamiento y cronograma de actividades son coherentes.				X
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			1	2	3
34	Las citas y referencias se corresponden con el estilo de redacción.				X
35	Todas las citas están referenciadas y validadas.				X
ANEXOS			1	2	3
36	La matriz de consistencia expresa la relación del problema, objetivos, hipótesis, variables y metodología de estudios.				X



CONTEO TOTAL DE MARCAS		-	8	28
(realice el conteo de marcas en cada una de las tres categorías de la escala y anote)		A	B	C

	Reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional de Huancavelica	Código:	RE-VRAC-PO01-1-1
		Versión:	1
		Página:	Página 63 de 95

$$Puntaje\ Total = 1(A) + 2(B) + 3(C) = 1(0) + 2(8) + 3(28) = 100$$

Para el resultado final, ubicar el puntaje obtenido en la siguiente tabla:

RESULTADO		INTERVALO
Desaprobado		[1 – 36]
Replantear		(36 – 72]
Aprobado		(72 – 108]

Nombre del asesor: Dr. Wilfredo, SAEZ HUAMAN

Huancavelica, 09 octubre de 2026



Firmado digitalmente por SAEZ
HUAMAN Wilfredo FAU 20168014962
soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 09.10.2026 10:38:34 -05:00

Asesor

Nota:

* Con dos veces desaprobado se cambia automáticamente nuevo proyecto de investigación.

** El presente formato de acta es flexible, debiendo contener mínimamente la información descrita.



UNH

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCVELICAESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIAFirmado digitalmente por DUEÑAS
JURADO Carlos FAU 20168014962
soft
Cargo: Director(A) De Escuela
Profesional
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 23.09.2026 15:17:49 -05:00"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

Huancavelica, 23 de Septiembre del 2026

MEMORANDO N° 000055-2026-UNH/EPIAS

A: **WILFREDO SÁEZ HUAMÁN**
DOCENTE NOMBRADO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

ASUNTO: **DESIGNACIÓN DE ASESOR PARA PROYECTO DE TESIS.**

Referencia: **INFORME 000058-2026-UNH/UFGT-EPIAS (22SEP2026)**

Fecha elaboración: Huancavelica, 23 de Setiembre de 2026

Por medio del presente me dirijo a Usted, de mi especial consideración y estima personal, asimismo en atención al documento de la referencia se designa como asesor del Proyecto de Tesis **"MODELACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL TRÁNSITO VEHICULAR SOBRE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL EN EL CENTRO URBANO DE HUANCVELICA, 2026"** presentado por la egresada: **MERINO HUAMANI, Dayanna**. Para su respectivo asesoramiento de acuerdo al del Reglamento de Grados y Títulos de la UNH.

-SEGUN EL ART. 17.4 DEL REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS, EL DIRECTOR DERIVA AL ASESOR PARA REVISIÓN DEBIENDO EMITIR UN INFORME AL DIRECTOR EN UN PLAZO MÁXIMO DE 10 DÍAS, CON EL RESULTADO DE LA EVALUACIÓN UTILIZANDO EL ANEXO 02 Y ADJUNTAR EL PROYECTO DE TESIS EN MEDIO DIGITAL.

-ADJUNTO ANEXO 02

Atentamente,

Documento Firmado Digitalmente

CARLOS DUEÑAS JURADO
DIRECTOR(A) DE ESCUELA PROFESIONAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

CDJ/hcq
cc.:

N° Expediente: 2026-0022712



Escanea para verificar

"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por la Universidad Nacional de Huancavelica, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM". Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través.

Dirección web: <https://sgd2.unh.edu.pe/verifica/inicio.do>
Código de Verificación: **VZRI7AV**

Ubicación:
Jr. Victoria Garma N° 330
y Jr. Hipólito Unanue N° 209
Local Central - Huancavelica

(www.unh.edu.pe)



UNH

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCAVELICAUNI. FUN. GESTIÓN DE GRADOS Y
TÍTULOS - EPI AMBIENTAL

Firmado digitalmente por ENRIQUEZ
NATEROS Nilo Abelardo FAU
20168014962 soft
Cargo: Coordinador De Gestion De
Grados Y Titulos
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 22.09.2026 00:27:56 -05:00

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

Huancavelica, 22 de Septiembre del 2026

INFORME N° 000058-2026-UNH/UFGT-EPIAS

A: **CARLOS DUEÑAS JURADO**
DIRECTOR(A) DE ESCUELA PROFESIONAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

ASUNTO: **PROPUESTA DE DESIGNACIÓN DE ASESOR PARA PROYECTO DE TESIS.**

Referencia: PROVEIDO 000798-2026-UNH/EPIAS (27AGO2026)

Fecha elaboración: Huancavelica, 22 de Setiembre de 2026

Tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarle cordialmente, y a la vez remitir la propuesta de asesor de acuerdo al documento en referencia, proponiendo a los docentes Dr. Wilfredo SÁEZ HUAMÁN, y Mg. Freddy Alfredo MATAMOROS HUAYLLANI del proyecto de tesis titulado: **"MODELACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL TRÁNSITO VEHICULAR SOBRE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL EN EL CENTRO URBANO DE HUANCAVELICA, 2026"** presentado por la egresada **MERINO HUAMANI, Dayanna**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, a fin de que su despacho remita a quien corresponda para su posterior trámite.

Sin otro particular es propicia la ocasión para hacerle llegar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

Documento Firmado Digitalmente

NILO ABELARDO ENRIQUEZ NATEROS
COORDINADOR DE GESTION DE GRADOS Y TITULOS
UNI. FUN. GESTIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS - EPI AMBIENTAL

NEN
CC.:

N° Expediente: 2026-0022712



Escanea para verificar

"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por la Universidad Nacional de Huancavelica, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM". Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través.

Dirección web: <https://sgd2.unh.edu.pe/verifica/inicio.do>
Código de Verificación: **BS1WKKA**

Ubicación:

Jr. Victoria Garma N° 330
y Jr. Hipólito Unanue N° 209
Local Central – Huancavelica

(www.unh.edu.pe)

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

PROVEIDO 000798-2026-UNH/EPIAS

EXPEDIENTE : **2026-0022712**

ASUNTO: SEGUN EL ART. 17.3 DEL REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS, EL DIRECTOR DERIVA A LA UNIDAD FUNCIONAL DE GRADOS Y TÍTULOS, A FÍN DE QUE EN UN PLAZO MÁXIMO DE 3 DÍAS PROPONGA DOS DOCENTES Y EL DIRECTOR DESIGNA A UNO COMO ASESOR.

REFERENCIA : SOLICITUD N° -

Solicito designación de asesor de tesis

FECHA

27/08/2026

Atender en 0 días

DEPENDENCIA DESTINO	TRAMITE	PRIORIDAD	INDICACIONES
UNI. FUN. GESTIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS - EPI AMBIENTAL ENRIQUEZ NATEROS NILO ABELARDO	ATENDER	NORMAL	

DUEÑAS JURADO CARLOS
DIRECTOR(A) DE ESCUELA PROFESIONAL

SOLICITO: Designación de asesor de tesis

SEÑOR DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

Yo, Dayanna Merino Huamani, identificado con DNI N.º72249912, condición de egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria solicito la designación de asesor para el desarrollo de mi proyecto de tesis titulado:

“Modelación de la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica, 2026”.

Sugiriendo como asesor al docente: Dr. Wilfredo Saez Huaman

En cumplimiento de las disposiciones reglamentarias, declaro que todas las comunicaciones, resoluciones y notificaciones relacionadas con el proceso de obtención del título profesional mediante sustentación de tesis serán remitidas al siguiente correo institucional:

- Correo electrónico institucional para notificaciones oficiales (obligatorio): 2019161036@unh.edu.pe
- Correo personal para respaldo: dayannamerinohuamani@gmail.com

Asimismo, me comprometo a revisar permanentemente el correo institucional y a dar respuesta o cumplimiento a las observaciones y disposiciones que se me notifiquen, reconociendo la plena validez legal de las notificaciones digitales emitidas con firmas digitales institucionales.

Huancavelica, 25 de agosto de 2026



Firma

Nombres y Apellidos: Dayanna Merino Huamani
DNI N.º: 72249912

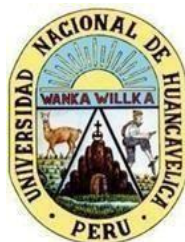
Nº de celular: 992025004

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por la Ley N°25265)

FACULTAD DE CIENCIA DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y
SANITARIA**



PROYECTO DE TESIS

Modelación de la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de
ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica, 2026

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN, MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE

SOSTENIBLE

PRESENTADO POR:

Dayanna Merino Huamani

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental y Sanitaria

HUANCABELICA, PERÚ

2026

Titulo

Modelación de la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental en
el centro urbano de Huancavelica, 2026

Autor

Dayanna Merino Huamani

Asesor

Dr. WILFREDO SAEZ HUAMÁN

Código orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1485-8273>

DNI: 23274838

Índice

Título	i
Autor.....	ii
Asesor.....	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas	vii
CAPÍTULO I.....	8
EL PROBLEMA.....	8
1.1. Planteamiento del problema	8
1.2. Formulación del problema.....	11
1.2.1. Problema general.....	11
1.2.2. Problemas específicos	11
1.3. Objetivos.....	11
1.3.1. Objetivo general.....	11
1.3.2. Objetivos específicos	11
1.4.1. Justificación	12
1.4.2. Importancia	18
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes.....	20
2.1.1. A nivel internacional.....	20
2.1.1. A nivel nacional.....	26
2.1.2. A nivel local.....	32
2.1.3. Teoría del sonido	33
2.1.4. Teoría del ruido.....	34
2.1.5. Teoría sobre la absorción y aislación de ruidos	35
2.1.6. Propagación de ruido.....	37
2.1.7. Absorción del ruido	38
2.1.8. Aislación sonora.....	39
2.1.9. Contaminación	39
2.1.10. Nivel de ruido	42
2.1.11. Métodos de interpolación de niveles de presión sonora	59
2.2. Definición de términos	60

2.3.	Hipótesis	64
2.3.1.	Hipotesis general	64
2.3.2.	Hipotesis específica	64
2.4.	Identificación de variables	64
2.4.1.	Definición conceptual de la variable.....	64
2.5.	Operacionalización de la variable	65
CAPÍTULO III.....		67
METODOLOGÍA		67
3.1.	Ámbito espacial y temporal	67
3.2.	Métodos de Investigación	69
3.2.1.	Tipo de investigación	69
3.2.2.	Nivel de investigación	70
3.3.	Método de investigación	70
3.3.1.	Método general	70
3.3.2.	Método específico.....	71
3.4.	Diseño de investigación	72
3.5.	Población y muestra	73
3.5.1.	Población	73
3.5.2.	Muestra.....	74
3.5.3.	Muestreo.....	75
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	75
3.6.1.	Técnicas.....	75
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	77
CAPÍTULO IV.....		79
ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....		79
4.1.	Potencial humano	79
4.2.	Materiales y equipos.....	79
4.3.	Cronograma de actividades	81
4.4.	Presupuesto.....	81
4.5.	Financiamiento.....	82
Referencias bibliográficas		83
Anexos.....		88
Matriz de consistencia		89

Instrumentos	91
--------------------	----

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Símbolo establecido para los niveles de presión y de exposición sonora</i> Fuente: Norma Técnica Peruana NTP-ISO 1996-1	48
Tabla 2 <i>Niveles de ruido según los Estándares de Calidad Ambiental</i>	51
Tabla 3 <i>Niveles máximos permisibles</i>	57
Tabla 4 <i>Operacionalización de variables</i>	66
Tabla 5 <i>Poblacion de estudio</i>	73
Tabla 6 <i>Muestra de la investigacion</i>	74
Tabla 7 <i>Materiales y equipos</i>	79
Tabla 8 <i>Cronograma de actividades</i>	81
Tabla 9 <i>Presupuesto de la investigacion</i>	81

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional, el ruido ambiental constituye un problema creciente en las ciudades debido al incremento de las actividades urbanas y del transporte motorizado. El síntoma se evidencia en la presencia de niveles elevados de presión sonora, principalmente en zonas con alta circulación vehicular. La causa está relacionada con el incremento del parque automotor, la congestión, la velocidad y el uso de bocinas. El efecto se manifiesta en molestias, alteraciones del sueño y dificultades para la concentración, mientras que la consecuencia puede expresarse en afectaciones a la salud y calidad de vida de la población. Por ello, el control requiere implementar medidas de gestión del tránsito, monitoreo acústico y planificación urbana que permitan reducir la exposición al ruido (World Health Organization [WHO], 2018).

En Europa, el ruido generado por el transporte constituye una de las principales fuentes de contaminación acústica urbana. El síntoma se manifiesta mediante la exposición de millones de personas a niveles de ruido procedentes principalmente del tránsito vehicular. La causa se relaciona con la concentración de vehículos en vías urbanas y con la congestión durante determinados horarios. El efecto comprende molestias, perturbaciones del sueño y afectaciones al bienestar, mientras que la consecuencia representa una creciente carga para

la salud pública. En este contexto, el control del problema requiere identificar las zonas y horarios de mayor exposición mediante sistemas de evaluación y modelación que permitan orientar medidas de gestión del transporte y reducción del ruido (European Environment Agency [EEA], 2025).

Desde el ámbito científico, se reconoce que la exposición prolongada al ruido vehicular puede generar diversos efectos sobre la salud. El síntoma se presenta cuando los niveles de presión sonora superan los valores recomendados para determinados periodos de exposición. La causa está asociada principalmente con el volumen de tránsito, velocidad, composición vehicular, características de las vías y comportamiento de los conductores. El efecto comprende molestias, alteraciones del sueño y dificultades de concentración, mientras que la consecuencia puede incluir mayores riesgos para la salud cuando la exposición es continua. Por ello, la Organización Mundial de la Salud recomienda reducir la exposición al ruido del tránsito vehicular mediante acciones de prevención, planificación y control de las fuentes emisoras (World Health Organization, 2018)

En el Perú, la contaminación sonora constituye un problema ambiental relacionado principalmente con el crecimiento urbano y el transporte motorizado. El síntoma se evidencia en la presencia de niveles de ruido que pueden superar los estándares establecidos para determinadas zonas y horarios. La causa está vinculada al tránsito vehicular, la congestión, el uso de bocinas y las características de los vehículos y vías. El efecto se refleja en la alteración del confort acústico de la población y la consecuencia puede manifestarse en afectaciones sobre su bienestar y calidad de vida. Frente a ello, el Decreto Supremo N.º 085-2003-PCM establece los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido como instrumento para prevenir y controlar la contaminación sonora (Presidencia del Consejo de Ministros [PCM], 2003).

En las ciudades intermedias del Perú, el problema adquiere características particulares debido a la concentración del tránsito en determinadas vías y horarios. El síntoma se manifiesta en la variación de los niveles de ruido según la intensidad del flujo vehicular. La causa no depende únicamente de la cantidad de vehículos, sino también de su composición, velocidad, congestión, características de las vías e intersecciones. El efecto consiste en una distribución espacial y temporal diferenciada del ruido, mientras que la

consecuencia es la generación de posibles puntos críticos de contaminación acústica. Por ello, el control requiere metodologías que relacionen cuantitativamente las características del tránsito con los niveles de ruido para sustentar decisiones de gestión ambiental y urbana.

En la ciudad de Huancavelica, estudios previos han evidenciado la existencia de niveles elevados de ruido asociados al tránsito vehicular. Castillo y Yalli (2021) reportaron un nivel promedio de 64,95 dB en el cercado de Huancavelica, identificando valores que superaban los estándares establecidos. El síntoma corresponde, por tanto, a la presencia de niveles elevados de presión sonora; la causa se relaciona principalmente con el tránsito vehicular; el efecto se manifiesta en una mayor exposición de la población al ruido y la consecuencia se vincula con posibles afectaciones al bienestar y calidad de vida. Sin embargo, el control del problema requiere complementar el monitoreo con herramientas que permitan explicar la relación entre las características del tránsito y la generación de ruido.

Asimismo, Quispe (2024) encontró una relación entre el flujo vehicular y la contaminación sonora en la zona urbana de Huancavelica y Ascensión, registrando niveles promedio de 69,8 dB a las 7:00 a. m. y 82,4 dB a la 1:00 p. m. El síntoma se evidencia en los elevados niveles de presión sonora registrados; la causa se relaciona con la intensidad y dinámica del flujo vehicular; el efecto corresponde al incremento del ruido en determinados horarios y la consecuencia es una mayor exposición de la población. Estos resultados evidencian la necesidad de profundizar el análisis mediante modelos que permitan cuantificar y predecir la influencia del tránsito sobre los niveles de ruido ambiental.

En consecuencia, para el año 2026 existe la necesidad de generar evidencia científica sobre la influencia del tránsito vehicular en los niveles de ruido ambiental del centro urbano de Huancavelica. El síntoma está representado por la presencia de niveles elevados y variables de presión sonora; la causa corresponde a las características del flujo vehicular; el efecto se manifiesta en la variación espacial y temporal del ruido; y la consecuencia se relaciona con la exposición de la población a condiciones acústicas desfavorables. El control del problema requiere desarrollar un modelo que permita determinar la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido y reconocer posibles zonas críticas. En este sentido, la investigación busca proporcionar información científica que contribuya a la planificación del tránsito y a la gestión de la contaminación sonora en el centro urbano de Huancavelica.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿En qué medida el tránsito vehicular influye en los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influye el volumen vehicular en el nivel equivalente continuo de ruido (LAeq) en el centro urbano de Huancavelica, 2026?
- ¿Cómo influye la composición vehicular, expresada como porcentaje de vehículos pesados, en el nivel máximo de ruido (Lmax) en el centro urbano de Huancavelica, 2026?
- ¿Cómo influye la velocidad promedio de circulación vehicular en el nivel mínimo de ruido (Lmin) en el centro urbano de Huancavelica, 2026?
- ¿En qué medida las dimensiones del tránsito vehicular explican conjuntamente la variabilidad de los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica, 2026?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Modelar la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica, 2026.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia del volumen vehicular en el nivel equivalente continuo de ruido (LAeq) en el centro urbano de Huancavelica, 2026.
- Analizar la influencia del porcentaje de vehículos pesados en el nivel máximo de ruido (Lmax) en el centro urbano de Huancavelica, 2026.

- Evaluar la influencia de la velocidad promedio vehicular en el nivel mínimo de ruido (L_{min}) en el centro urbano de Huancavelica, 2026.
- Construir y validar un modelo estadístico multivariado que explique los niveles de ruido ambiental en función del volumen, composición y velocidad vehicular en el centro urbano de Huancavelica, 2026.

1.4. Justificación e importancia

1.4.1. Justificación

1.4.1.1. Justificación teórica

El ruido ambiental constituye uno de los contaminantes más frecuentes en entornos urbanos y semirurales, afectando la calidad de vida, la salud y el rendimiento de las personas expuestas. En el contexto universitario, este tipo de contaminación adquiere una importancia particular, ya que las actividades académicas requieren condiciones acústicas adecuadas para el aprendizaje, la concentración y el bienestar del personal docente y administrativo. En la Ciudad Universitaria de Paturpampa, donde convergen flujos vehiculares internos, obras de infraestructura y labores de mantenimiento, es previsible la existencia de niveles de ruido que podrían superar los límites recomendados. Sin embargo, la falta de un estudio técnico detallado que considere su variabilidad espacial y temporal impide conocer la magnitud real del problema.

El desarrollo de esta investigación se justifica teóricamente porque aborda la necesidad de aplicar herramientas cuantitativas avanzadas, como los métodos geoestadísticos, para describir y representar el comportamiento del ruido ambiental. Estos métodos permiten transformar datos puntuales obtenidos en campo en superficies continuas de estimación, revelando patrones que no pueden ser captados mediante mediciones aisladas. Desde esta perspectiva, la geoestadística se convierte en una herramienta científica que aporta objetividad y precisión al análisis ambiental, facilitando la interpretación de fenómenos sonoros en función del espacio y del tiempo.

Además, el estudio contribuye al fortalecimiento del conocimiento técnico dentro del campo de la Ingeniería Ambiental y Sanitaria, al incorporar modelos como **Kriging**, **Spline**

e **IDW**, los cuales poseen fundamentos matemáticos diferentes y ofrecen distintas aproximaciones a la interpolación de datos. Analizar comparativamente estos métodos en un contexto real permitirá determinar cuál presenta mejor desempeño para modelar la contaminación acústica en ambientes universitarios. Este aporte metodológico es relevante no solo para la Universidad Nacional de Huancavelica, sino también para otras instituciones que busquen implementar sistemas de monitoreo acústico con base científica.

El **por qué** de esta investigación radica en la ausencia de información detallada sobre el ruido ambiental dentro del campus universitario. Sin un diagnóstico sonoro preciso, las decisiones sobre ubicación de aulas, zonas de estudio, rutas de tránsito o ejecución de obras se realizan sin considerar los posibles impactos acústicos. En consecuencia, se pone en riesgo la salud auditiva y psicológica de la comunidad universitaria, así como la eficiencia académica y administrativa. Por ello, esta investigación busca llenar esa brecha, generando información confiable que permita comprender la magnitud y distribución del ruido en Paturpampa.

El **para qué** del estudio se orienta a generar bases científicas que sirvan para la planificación y gestión ambiental del campus. Los mapas acústicos obtenidos mediante técnicas geoestadísticas permitirán identificar zonas críticas, definir prioridades de intervención y diseñar estrategias de mitigación, como la instalación de barreras sonoras, la reubicación de áreas sensibles o la regulación de actividades ruidosas. Asimismo, esta información podrá ser integrada en la gestión institucional, promoviendo un modelo de universidad sostenible y responsable con su entorno acústico.

Finalmente, la investigación tiene una proyección académica y social. En el plano académico, aporta evidencia empírica que puede servir como referencia para futuras investigaciones en ruido ambiental y modelamiento espacial. En el plano social, contribuye al bienestar de la comunidad universitaria al propiciar ambientes más saludables y adecuados para el aprendizaje. En suma, este estudio se justifica porque transforma el conocimiento teórico sobre la geoestadística y la contaminación sonora en una aplicación práctica capaz de guiar políticas ambientales internas, fortaleciendo la gestión sostenible en la Universidad Nacional de Huancavelica.

1.4.1.2. Justificación práctica

La presente investigación tiene una justificación práctica sólida, ya que responde a una necesidad concreta dentro de la Universidad Nacional de Huancavelica: conocer y gestionar de manera adecuada los niveles de ruido ambiental que afectan a su comunidad universitaria. En la Ciudad Universitaria de Paturpampa, el tránsito vehicular interno, las obras de infraestructura, el mantenimiento de áreas y el traslado de estudiantes mediante buses institucionales generan una contaminación acústica que impacta directamente en el desarrollo de las actividades académicas y administrativas. Ante esta realidad, es imprescindible contar con información técnica que permita identificar las zonas más afectadas y adoptar medidas efectivas de control y mitigación.

Desde el punto de vista operativo, el estudio permitirá generar **mapas acústicos del campus**, los cuales constituirán herramientas visuales y de decisión para la gestión ambiental institucional. Dichos mapas facilitarán la identificación de los puntos críticos de mayor exposición sonora y de los horarios donde se registran los niveles más altos de ruido. Este producto práctico servirá como insumo para la planificación de obras, la redistribución del tránsito vehicular y la definición de zonas de silencio académico, contribuyendo así a una gestión interna basada en evidencia técnica.

El uso de **métodos geoestadísticos** como Kriging, Spline e IDW no solo permitirá representar el comportamiento del ruido en el espacio y el tiempo, sino también **evaluar cuál de ellos ofrece resultados más precisos para el contexto local**. De esta forma, el estudio servirá como guía metodológica para futuras investigaciones y proyectos ambientales que requieran modelamiento espacial de variables. En la práctica, estos resultados fortalecerán la capacidad técnica de los docentes, estudiantes e investigadores, promoviendo el uso de tecnologías y herramientas científicas en la solución de problemas ambientales reales.

Asimismo, el proyecto contribuirá al cumplimiento de la **responsabilidad institucional y social** de la Universidad Nacional de Huancavelica en materia ambiental. Al contar con un diagnóstico acústico detallado, la universidad podrá implementar políticas internas de sostenibilidad, tales como la reducción de fuentes sonoras, el ordenamiento del

tráfico interno o la programación de horarios de trabajo y mantenimiento menos intrusivos. Estas acciones prácticas mejorarán las condiciones de trabajo y estudio, reduciendo el estrés, la fatiga y la pérdida de concentración asociadas a la exposición prolongada al ruido.

El **por qué** de la investigación práctica se centra en la necesidad urgente de disponer de datos locales y actualizados que orienten la toma de decisiones ambientales. La inexistencia de monitoreos continuos y de modelos predictivos del ruido genera vacíos que impiden actuar de manera oportuna y eficiente. Por ello, esta investigación permitirá pasar de un enfoque reactivo —en el que se responde al problema una vez ocurrido— a un enfoque preventivo y planificado, donde las decisiones se sustentan en información científica validada.

El **para qué** está vinculado con la generación de beneficios tangibles para la comunidad universitaria y la gestión institucional. Los resultados servirán para diseñar estrategias acústicas, mejorar la calidad del ambiente sonoro y fomentar una cultura de conciencia ambiental entre estudiantes y personal. Además, la experiencia adquirida en este estudio podrá ser replicada en otros campus o sedes universitarias, convirtiéndose en un modelo de referencia regional para la evaluación y gestión del ruido ambiental en entornos educativos. En síntesis, la investigación tiene una utilidad práctica inmediata y un impacto sostenible a largo plazo, contribuyendo al bienestar integral y al desarrollo institucional de la Universidad Nacional de Huancavelica.

1.4.1.3. Justificación metodológica

La presente investigación se justifica metodológicamente porque aplica un **enfoque cuantitativo y descriptivo**, orientado a analizar con rigor los niveles de ruido ambiental en el campus universitario. Este enfoque permite medir de manera objetiva los niveles de presión sonora en distintos puntos y horarios del día, garantizando que los resultados obtenidos sean representativos y comparables. Se busca no solo describir la situación acústica del campus, sino también comprender su variabilidad espacial y temporal mediante herramientas estadísticas y computacionales avanzadas.

El **por qué** metodológico radica en la necesidad de emplear procedimientos científicos precisos para abordar el ruido como fenómeno dinámico y heterogéneo. A

diferencia de los métodos tradicionales de monitoreo que se limitan a mediciones puntuales, la investigación utiliza modelos **geoestadísticos**, los cuales permiten interpolar datos y representar el comportamiento del ruido en toda el área del campus. Esto otorga un valor añadido al estudio, ya que posibilita obtener información continua y visualmente interpretable, que refleja fielmente las condiciones reales del entorno.

El diseño metodológico contempla la **aplicación de los métodos geoestadísticos Kriging, Spline e IDW**, los cuales permiten comparar la precisión y comportamiento de cada técnica en la estimación del ruido ambiental. Esta diversidad metodológica fortalece la validez del estudio, dado que cada método ofrece diferentes supuestos matemáticos y resultados de interpolación. El análisis comparativo entre ellos permitirá identificar cuál se ajusta mejor a las condiciones topográficas y de distribución de fuentes sonoras de la Ciudad Universitaria de Paturpampa.

Además, el estudio considera un **muestreo espacialmente estratificado y temporalmente controlado**, con mediciones distribuidas estratégicamente en diferentes zonas del campus y en distintos momentos del día. Este procedimiento metodológico asegura una representación adecuada de las variaciones sonoras diarias y sectoriales, minimizando el sesgo y aumentando la fiabilidad de los resultados. A su vez, el procesamiento de datos se realizará mediante software especializado en Sistemas de Información Geográfica (SIG), lo que garantiza un tratamiento técnico y reproducible de la información.

El **para qué** metodológico se fundamenta en la generación de productos técnicos útiles, como mapas de ruido, modelos predictivos y análisis comparativos de métodos, que puedan ser utilizados tanto para la investigación científica como para la gestión ambiental universitaria. La aplicación de herramientas geoestadísticas en este contexto no solo permitirá visualizar los patrones del ruido, sino también predecir su comportamiento en función de la ubicación y la hora, aportando una base empírica para futuras intervenciones de mitigación.

Finalmente, la investigación se justifica metodológicamente porque promueve el fortalecimiento de las capacidades técnicas y analíticas de los estudiantes e investigadores de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Su desarrollo fomenta la aplicación de la ciencia de

datos espaciales al estudio de la contaminación acústica, consolidando un modelo replicable para otros entornos urbanos o educativos. En este sentido, la metodología propuesta no solo busca describir una realidad, sino también aportar una herramienta científica y práctica para el monitoreo ambiental continuo y la planificación sostenible del campus universitario.

1.4.1.4. Justificación social

La presente investigación se justifica socialmente porque aborda un problema ambiental que incide directamente en la calidad de vida y el bienestar de toda la comunidad universitaria que desarrolla sus actividades en la Ciudad Universitaria de Paturpampa. En este espacio académico confluyen diariamente estudiantes, docentes, personal administrativo y visitantes, quienes se ven expuestos a diferentes niveles de ruido provenientes del tránsito vehicular, las obras de infraestructura, los servicios de transporte interno y otras actividades cotidianas. La exposición prolongada a este tipo de contaminación acústica puede afectar la salud auditiva, provocar fatiga, disminuir la concentración y reducir el rendimiento académico y laboral.

El por qué de esta investigación radica en la necesidad de visibilizar y cuantificar un problema que, aunque cotidiano, ha sido poco atendido en los campus universitarios del país. En el caso de la Universidad Nacional de Huancavelica, no existen registros ni mapas acústicos que describan el comportamiento espacial y temporal del ruido dentro de su principal campus, lo que impide conocer las zonas más afectadas y adoptar medidas preventivas o correctivas. Esta ausencia de información técnica representa una vulnerabilidad ambiental que repercute en la comunidad universitaria en su conjunto, deteriorando la convivencia y las condiciones de aprendizaje y trabajo.

La investigación busca generar un impacto social positivo y directo al proporcionar datos confiables que permitan mejorar las condiciones acústicas del campus. A través de la aplicación de métodos geoestadísticos, se podrán identificar las zonas de mayor contaminación sonora, los horarios críticos y las fuentes principales de ruido. Con estos resultados, la universidad podrá implementar estrategias de mitigación como la reorganización del tránsito interno, la programación adecuada de actividades ruidosas, el control de obras y mantenimiento, y la instalación de barreras naturales o físicas. Todo ello

contribuirá a garantizar un entorno saludable y confortable para estudiantes, docentes, administrativos y visitantes.

El para qué de esta investigación se traduce en la generación de conocimiento aplicado que sirva para fortalecer la gestión ambiental universitaria y fomentar una cultura de respeto al entorno sonoro. Los mapas acústicos y análisis espaciotemporales del ruido servirán como herramientas de planificación y sensibilización, promoviendo cambios de comportamiento en la comunidad universitaria. Los propios estudiantes podrán conocer los niveles de ruido de su entorno y participar en actividades de monitoreo y concienciación ambiental, integrando el conocimiento científico con la acción social y educativa.

Además, este estudio contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, particularmente al ODS 3 (Salud y bienestar) y al ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), al fomentar ambientes educativos saludables, sostenibles y equitativos. La investigación promueve el compromiso institucional de la Universidad Nacional de Huancavelica con el bienestar de su comunidad, fortaleciendo su rol como referente regional en sostenibilidad ambiental y responsabilidad social universitaria.

Finalmente, la justificación social se amplía al considerar la posibilidad de que los resultados obtenidos puedan ser replicados en otros centros de estudio, campus universitarios o espacios públicos de la región, contribuyendo a una mejor gestión del ruido ambiental en Huancavelica. De esta forma, el estudio no solo busca describir los niveles de ruido, sino transformar el entorno sonoro en beneficio de todas las personas que conviven, aprenden y trabajan en la Ciudad Universitaria de Paturpampa, consolidando un modelo de investigación científica al servicio de la sociedad y del desarrollo sostenible

1.4.2. Importancia

La presente investigación reviste una gran importancia porque aborda de forma científica y aplicada una problemática ambiental que incide directamente en la calidad de vida, el desempeño académico y la sostenibilidad institucional. Mediante la aplicación de métodos geoestadísticos, se logrará identificar y analizar la distribución espacial y temporal del ruido ambiental en la Ciudad Universitaria de Paturpampa, generando información técnica que permitirá la toma de decisiones basadas en evidencia. Este estudio fortalece la

implementación de sistemas de gestión ambiental conforme a la norma ISO 14001, al proporcionar una base para el control, monitoreo y mejora continua de los aspectos ambientales relacionados con el ruido. Asimismo, al generar información confiable y verificable, contribuye al cumplimiento de los requisitos de la ISO 9001, vinculados con la gestión de la calidad y la satisfacción de los usuarios internos y externos de la institución.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

Abdmountleh y Dahech (2024) el artículo “Spatio-temporal variation of noise pollution in South Paris during and outside the COVID-19 lockdowns” tuvo como objetivo analizar la variabilidad espacial y temporal del ruido ambiental en el distrito 13 de París, comparando los niveles registrados durante y fuera de los periodos de confinamiento por COVID-19. La metodología comprendió mediciones móviles en 272 puntos, utilizando sensores EXTECH 4017764, con registros cada 5 segundos durante 5 minutos en horarios de mayor tráfico. Los resultados evidenciaron que el tránsito vehicular fue una de las principales fuentes de contaminación acústica, observándose una reducción de 6 a 10 dB(A) durante el confinamiento. El estudio concluyó que las restricciones de movilidad modificaron significativamente los niveles de ruido y que el monitoreo móvil y los Sistemas de Información Geográfica constituyen herramientas útiles para la gestión de la contaminación sonora urbana.

Torres (2023), en su investigación titulada “Evaluación de los niveles de ruido ambiental en la Avenida Quito y propuesta de medidas de mitigación” tuvo como objetivo determinar los niveles de contaminación acústica en diferentes puntos de la Avenida Quito, entre las calles Portete de Tarqui y Brasil, y plantear medidas para reducir la exposición de la población al ruido. El estudio realizó monitoreos entre el 16 de octubre y el 3 de noviembre de 2023, efectuando mediciones en tres horarios diarios, 8:00 a. m., 12:00 p. m. y 6:00 p. m., obteniéndose 360 registros de presión sonora. Los resultados evidenciaron un promedio máximo de 79,50 dBA y un valor extremo de 92,60 dBA, asociado a periodos de mayor congestión vehicular. Al comparar los resultados con los límites establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A, se determinó que los niveles registrados excedían los valores permitidos. En conclusión, el estudio evidenció una problemática significativa de contaminación acústica y recomendó implementar medidas de mitigación relacionadas con el control del tránsito vehicular, la regulación del uso del claxon y la sensibilización de la población.

Masun (2021) en su artículo “Spatiotemporal monitoring and assessment of noise pollution in an urban setting”, tuvo como objetivo evaluar la variación espacial y temporal del ruido ambiental en la Corporación de la Ciudad de Chattogram, Bangladesh, con la finalidad de generar información para el control de la contaminación acústica y la planificación urbana sostenible. El estudio se desarrolló en 123 puntos distribuidos en 41 distritos urbanos, empleando equipos especializados para registrar los niveles sonoros y ArcGIS 10.4 para su representación espacial mediante indicadores como Leq, clima acústico y nivel de contaminación sonora. Los resultados evidenciaron que gran parte de la población estuvo expuesta a niveles promedio cercanos a 75 dBA, mientras que 14 distritos registraron valores críticos entre 80 y 90 dBA, superando los límites establecidos por organismos ambientales y sanitarios. El estudio concluyó que la contaminación acústica constituye un problema ambiental importante, principalmente asociado al tránsito vehicular y a la intensa actividad urbana, por lo que se requieren medidas de mitigación, planificación territorial y herramientas geoespaciales para mejorar la gestión del ruido. Tafur y Castro (2008) en su artículo científico “Modelamiento del ruido ambiental con el apoyo de herramientas de Sistemas de Información Geográfica Modelamiento del ruido ambiental con el apoyo de herramientas de Sistemas de Información Geográfica” tuvo como objetivo principal desarrollar y validar una metodología integral para el modelamiento del ruido ambiental

utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el fin de obtener una representación espacial más precisa del comportamiento sonoro, incorporando tanto los efectos auditivos como los no auditivos derivados de la exposición prolongada al ruido, en especial aquel generado por frecuencias bajas, las cuales suelen ser subestimadas en los métodos convencionales que solo aplican la ponderación frecuencial A (LeqA). La metodología se estructuró a partir de una base de datos espacial y un enfoque de ingeniería de software, comprendiendo diversas fases: la identificación y clasificación de las fuentes emisoras de ruido, la ponderación multicriterio de los niveles de impacto sonoro según su intensidad y frecuencia, la determinación de zonas vulnerables mediante análisis espacial en SIG, la corrección tonal de los valores LeqA para incluir las frecuencias bajas, el cálculo de los niveles de sonoridad con el método de Stevens, y la elaboración de mapas acústicos que integran la distribución espacial del ruido en diferentes bandas de frecuencia. Los resultados de medición en zonas vulnerables evidenciaron que las frecuencias más bajas (31.5 a 630 Hz) presentaron niveles de presión sonora más elevados, alcanzando hasta 75.4 dB, mientras que las frecuencias medias y altas (800 a 16,000 Hz) mostraron una disminución progresiva hasta valores mínimos de 54.6 dB, indicando que las bajas frecuencias son las principales contribuyentes a la contaminación acústica ambiental y, por tanto, deben ser consideradas en toda evaluación de impacto acústico. En conclusión, la metodología propuesta basada en SIG permitió analizar, visualizar y comprender de forma más completa la distribución espacial del ruido ambiental, ofreciendo una herramienta técnica de gran utilidad para la gestión del territorio, el cumplimiento de la normativa acústica y la formulación de políticas públicas orientadas a la mitigación del ruido, contribuyendo de manera directa a la protección de la salud y la mejora de la calidad de vida de la población expuesta.

Erazo (2018) en su investigación “Contaminación acústica causada por los medios de transporte y su afectación al derecho constitucional del Buen Vivir de los residentes de la zona de Santa Clara del Distrito Metropolitano de Quito, 2015”, tuvo como objetivo determinar la afectación del ruido generado por el transporte terrestre sobre la calidad de vida de los habitantes. La metodología incluyó observación de campo, análisis documental y encuestas a los residentes, complementadas con mediciones de presión sonora en diferentes estaciones. Los resultados mostraron niveles de ruido entre 50 y 70 dB(A), con incrementos que superaron los límites recomendados para zonas urbanas. Se concluyó que el tránsito

vehicular constituye una fuente importante de contaminación acústica que afecta el bienestar de la población, evidenciando la necesidad de fortalecer las medidas de control y mitigación del ruido ambiental.

Perillo et al. (2017) en su artículo científico titulado “Anthropogenic noise reduces bird species richness and diversity in urban parks”, tuvieron como objetivo determinar la influencia del ruido antropogénico sobre la riqueza y diversidad de especies de aves en parques urbanos de Belo Horizonte, Brasil. La metodología correspondió a una investigación aplicada, de nivel explicativo y diseño no experimental, en la que se establecieron 40 puntos de observación separados por 200 m, registrándose la presencia de aves y los niveles de presión sonora mediante un sonómetro. Los resultados evidenciaron que los sectores con mayor exposición al ruido presentaron menor riqueza y diversidad de especies, con niveles de L_{eq} entre 31 y 45 dB y L_{10} entre 48,25 y 61,67 dB. En conclusión, el estudio determinó que el ruido antropogénico influye negativamente en la diversidad de aves, evidenciando la importancia de implementar medidas de control acústico y planificación ambiental en espacios urbanos.

Yao et al. (2017) elaboró el artículo científico “Noise exposure while commuting in Toronto - a study of personal and public transportation in Toronto”, publicado en la revista Canadian Society of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, tuvo como objetivo general determinar con precisión los niveles de exposición al ruido ambiental a los que se encuentran sometidos diariamente los pasajeros del sistema de transporte público de Toronto y sus alrededores, a fin de evaluar si dichos niveles representan un riesgo para la salud auditiva de los usuarios. La metodología empleada fue de tipo aplicada y descriptiva, con un diseño no experimental, dado que se buscó analizar situaciones reales sin manipular variables. Se utilizó la dosimetría de ruido como técnica principal para medir la intensidad sonora integrada en el tiempo, abarcando una muestra representativa de los diferentes medios de transporte de la ciudad. En total, se realizaron 210 mediciones, incluyendo aproximadamente 2 minutos en plataformas, 4 minutos dentro de vehículos en movimiento y 10 minutos en automóviles y bicicletas, lo que permitió obtener una caracterización detallada de la exposición sonora en los distintos escenarios del transporte urbano. Los resultados revelaron que el sistema moviliza un promedio de 1,69 millones de pasajeros por día, distribuidos en 69 estaciones de metro y 154 rutas de tranvía o metro, registrándose niveles promedio de ruido significativamente mayores en el metro ($79,8 \pm 4,0$ dBA) y en el autobús ($78,1 \pm 4,9$ dBA), en comparación con el tranvía ($71,5 \pm 1,8$ dBA), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$). Asimismo, se evidenció que el ruido en las plataformas del metro

fue superior al percibido dentro de los vehículos ($80,9 \pm 3,9$ dBA frente a $76,8 \pm 2,6$ dBA, $p < 0,0001$). En cuanto a la exposición máxima al ruido, se registraron valores promedio de $109,8 \pm 4,9$ dBA, con un rango de 90,4 a 123,4 dBA, superando los 115 dBA en el 19,9 % de las mediciones del metro, 85,0 % en autobuses y 20,0 % en tranvías, evidenciando la presencia de picos acústicos de alta intensidad. En conclusión, el estudio determinó que, si bien los niveles promedio de exposición al ruido se encuentran dentro de los límites considerados seguros por las normas internacionales, los estallidos intermitentes de ruido impulsivo y su acumulación diaria podrían generar efectos adversos a largo plazo en la salud auditiva, particularmente en los usuarios frecuentes del sistema de transporte, alertando así sobre la necesidad de implementar medidas de mitigación sonora y control acústico en los medios de transporte público de la ciudad de Toronto.

Lee et al. (2017) en su estudio científico titulado “Analysis of Subway Interior Noise at Peak Commuter Time”, tuvieron como objetivo medir y analizar los niveles de ruido al interior del sistema de metro durante las horas de mayor afluencia de pasajeros, con la finalidad de evaluar la exposición sonora de los usuarios. La metodología correspondió a una investigación aplicada, de nivel descriptivo y diseño no experimental, en la que se evaluaron 15 líneas del sistema de transporte de Seúl mediante un sonómetro de precisión, realizando mediciones durante dos horas en la mañana y dos horas en la tarde. Los resultados mostraron un nivel promedio de 72,78 dB(A), con valores máximos de 78,34 dB(A) y mínimos de 62,46 dB(A), identificándose mayor presencia de ruido en frecuencias bajas asociadas a la fricción y vibración del sistema ferroviario. En conclusión, los niveles registrados no representaron un riesgo inmediato para la audición de los usuarios; sin embargo, los autores señalaron la importancia de implementar medidas preventivas frente a la exposición prolongada y los picos de ruido.

Predrag et al. (2016) en su artículo científico “Traffic Noise Levels in the City Banja Luka”, publicado en la revista científica Quality Life, se tuvo como objetivo general determinar el nivel de contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Banja Luka, enfocándose en las áreas donde se ubican instituciones de salud, con el fin de evaluar el impacto del ruido vehicular sobre la calidad de vida de la población. La metodología empleada fue de tipo aplicada, con un nivel descriptivo-explicativo y diseño no experimental; las mediciones se realizaron utilizando un sonómetro TES, registrando los niveles de sonido equivalente (L_{eq}) en diferentes puntos estratégicos de la ciudad durante cuatro periodos del día: mañana, mediodía, tarde y noche. Posteriormente, los datos fueron procesados y analizados estadísticamente mediante el software SPSS para identificar diferencias significativas entre los distintos horarios de medición. Los resultados

evidenciaron que los niveles promedio de ruido en todas las estaciones superaron los límites permitidos por la normativa nacional ($p > 0.05$), existiendo además diferencias estadísticamente significativas entre los valores medios de presión sonora registrados en los distintos periodos del día ($p < 0.05$). El nivel más alto de ruido se registró en la estación Motahari St. durante el mediodía con 84.40 dB, mientras que el valor más bajo correspondió a la estación Shohada St. en horas de la mañana con 77.23 dB, reflejando una notable variación en función de la intensidad del tráfico. En conclusión, la investigación determinó que la contaminación acústica en la ciudad de Banja Luka excede los estándares nacionales de calidad ambiental, siendo el tráfico vehicular la principal fuente de ruido, lo que evidencia la necesidad de implementar estrategias de control y gestión del tránsito para mitigar sus efectos sobre la salud pública y el bienestar urbano.

Guevara (2015) en su tesis titulada “La contaminación acústica y su incidencia en el aprendizaje del séptimo año de educación básica del Centro Educativo Leopoldo Lucero del Cantón Lago Agrio”, tuvo como objetivo determinar la influencia de la contaminación acústica en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. La metodología fue de tipo descriptivo-explicativo, empleando los métodos deductivo e inductivo, y aplicando encuestas y observación directa a estudiantes, docentes y al entorno educativo. Los resultados evidenciaron que la exposición continua al ruido proveniente del tránsito vehicular, actividades comerciales y fuentes internas generaba estrés, irritabilidad, pérdida de concentración e interrupciones durante las clases. En conclusión, se determinó que la contaminación acústica afecta negativamente el bienestar y desempeño académico de los estudiantes, por lo que se recomendó implementar medidas de control de fuentes sonoras, aislamiento acústico y sensibilización de la comunidad educativa. Quintero (2012) en su tesis “Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia” tuvo como objetivo general identificar y analizar las características del ruido generado por el tráfico vehicular en la zona central de la ciudad, con el propósito de comprender su comportamiento y sus principales fuentes emisoras. Para alcanzar este objetivo, se aplicó una metodología de tipo aplicada y nivel descriptivo–correlacional, con un diseño no experimental, que consistió en la medición de los niveles de presión sonora en los puntos de mayor congestión vehicular, específicamente en la Carrera 12 y la Carrera 9ª, zonas donde se concentra la mayor actividad vehicular. Las mediciones se realizaron durante

diferentes franjas horarias del día para captar la variabilidad del ruido, y posteriormente se efectuó un análisis estadístico mediante la correlación de Pearson y el análisis de varianza (ANOVA), con el fin de establecer la relación entre el volumen de tránsito y los niveles de presión sonora. Los resultados evidenciaron que la variación de los niveles de ruido presentaba un comportamiento relativamente estable a lo largo de las horas de medición, lo que permitió determinar que los altos niveles de presión sonora no dependían únicamente del incremento del flujo vehicular general, sino que estaban estrechamente relacionados con la presencia de vehículos de transporte público, automóviles particulares y taxis, los cuales generan mayores emisiones acústicas debido a sus características operativas y condiciones de tránsito. En conclusión, el estudio permitió establecer que el ruido urbano en el centro de Tunja constituye un problema ambiental significativo, influenciado principalmente por el tipo de vehículo que circula en la zona más que por la cantidad total de automóviles, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias de gestión del tráfico y control acústico orientadas a mitigar los efectos del ruido en la población local.

2.1.1. A nivel nacional

Davila (2023) en su investigación titulada “Modelo geoespacial del ruido ambiental en el casco urbano de la ciudad de Aucayacu-2022”, tuvo como objetivo determinar el método de interpolación geoestadística más adecuado entre Kriging, Spline e IDW para modelar la distribución espacial y temporal del ruido ambiental. La metodología fue de enfoque cuantitativo y nivel descriptivo, mediante mediciones de presión sonora y registro del flujo vehicular en puntos estratégicos de la ciudad. Los resultados mostraron que la intersección de las avenidas Lima e Independencia presentó el mayor flujo vehicular, con 287 vehículos por cada 10 minutos, mientras que el Óvalo Sangapilla registró los mayores niveles de ruido, alcanzando 67,25 dBA. Asimismo, se determinó que Kriging presentó el mejor desempeño para representar espacialmente la distribución del ruido. En conclusión, el estudio evidenció que los niveles de ruido urbano superaban los valores establecidos para determinadas zonas y que los métodos geoestadísticos, especialmente Kriging, constituyen herramientas útiles para el modelamiento y gestión de la contaminación acústica.

Espinal y Zelada (2023), en su investigación titulada “Evaluación y elaboración de mapas de ruido en la zona urbana de Cajamarca durante el primer trimestre de 2023”,

tuvieron como objetivo determinar los niveles de ruido ambiental y elaborar mapas acústicos para identificar las zonas con mayor contaminación sonora y compararlas con los Estándares de Calidad Ambiental. La metodología fue aplicada y descriptiva, considerando 13 estaciones de monitoreo ubicadas en zonas residenciales, comerciales y avenidas con alta circulación vehicular, donde se realizaron mediciones en tres horarios del día mediante un sonómetro Tm-103. Para la representación espacial se empleó ArcGIS 10.8 y el método Kriging. Los resultados mostraron niveles máximos de 78,2 dB en zonas residenciales y 81 dB en zonas comerciales, superando los límites establecidos. En conclusión, se evidenció una elevada contaminación acústica en diversos sectores de Cajamarca, resaltando la necesidad de implementar medidas de control y mitigación para reducir sus efectos sobre la población.

Espinoza (2023), en su investigación titulada “La contaminación sonora causada por el parque automotor en la ciudad de Bambamarca, Cajamarca”, tuvo como objetivo evaluar los niveles de ruido generados por el tránsito vehicular en seis puntos estratégicos de la ciudad. La metodología fue cuantitativa y descriptiva, empleando un sonómetro para realizar mediciones en tres horarios diarios durante tres meses, considerando los criterios establecidos en el D.S. N.º 085-2003-PCM. Los resultados evidenciaron que cinco de los seis puntos evaluados superaron los Estándares de Calidad Ambiental para ruido, alcanzando valores de hasta 78,08 dB, mientras que únicamente un punto presentó un valor de 69,70 dB. En conclusión, se determinó que el tránsito vehicular constituye una fuente importante de contaminación sonora en Bambamarca, por lo que se recomendó fortalecer el control del tránsito, la sensibilización ciudadana y la planificación urbana para reducir la exposición de la población al ruido.

Bravo (2022), en su investigación titulada “Evaluación de los niveles de ruido ambiental en las principales zonas comerciales del distrito de Chancay, provincia de Huaral”, tuvo como objetivo evaluar la contaminación acústica en áreas de elevada actividad comercial y verificar el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental. La metodología se desarrolló durante enero, febrero y marzo de 2022, aplicando el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental y seleccionando ocho puntos de medición. Para el análisis se emplearon pruebas de normalidad, correlaciones de Pearson y Spearman,

ANOVA y regresión lineal, con un nivel de significancia de 0,05. Los resultados mostraron que seis puntos presentaron niveles elevados, con valores entre 58,9 y 73,6 dB y un promedio general de 69,3 dB, evidenciándose además una asociación significativa entre las fuentes móviles y fijas y los niveles de ruido. En conclusión, se determinó que las principales zonas comerciales de Chancay superaban los estándares establecidos, por lo que se recomendó implementar medidas de control y mitigación de la contaminación acústica.

Gonzales (2022), en su investigación titulada “Evaluación de los niveles de contaminación acústica provocada por el tránsito vehicular alrededor del puente Independencia de la ciudad de Juliaca”, tuvo como objetivo evaluar los niveles de ruido generados por el tránsito vehicular en dicha zona. La metodología se desarrolló mediante cuatro puntos de monitoreo, aplicando el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental y utilizando un sonómetro digital TES-1350A certificado por INACAL; las mediciones se realizaron durante una semana en los horarios de mañana, tarde y noche. Los resultados mostraron niveles promedio diarios entre 64,37 y 69,63 dB, alcanzando el punto P4 un máximo de 71,05 dB y un promedio general de 67,40 dB, superando los valores establecidos en los ECA para ruido. En conclusión, se determinó que el tránsito vehicular genera niveles de contaminación acústica superiores a los límites normativos, constituyendo una situación que puede afectar el bienestar de la población.

Nieva (2022), en su investigación titulada “Relación entre la percepción del ruido ambiental y los niveles de presión sonora del tránsito vehicular en el distrito de Tarma”, tuvo como objetivo determinar la relación entre la percepción de la población y los niveles de presión sonora generados por el tránsito vehicular. La investigación fue de tipo básica, no experimental y de nivel relacional, considerando 317 personas distribuidas en 18 puntos críticos, seleccionados mediante muestreo por conveniencia, y aplicando un cuestionario con escala Likert. Los resultados evidenciaron una relación directa y significativa entre la percepción del ruido y los niveles de presión sonora, aunque con una asociación baja (Rho de Spearman = 0,114; $p = 0,043$); además, el 77,8 % de las mediciones superó los ECA para ruido durante el horario diurno. En conclusión, se evidenció que el incremento de los niveles de presión sonora está acompañado por una mayor percepción de contaminación acústica en la población.

Herrera (2021), en su investigación titulada “Evaluación de impacto ambiental sonoro en la construcción de la carretera aeropuerto, Conchumayo, Churubamba, Huánuco – 2021”, tuvo como objetivo determinar el impacto acústico generado por las actividades de construcción sobre el entorno laboral. La investigación presentó un enfoque mixto y nivel descriptivo, considerando a 34 trabajadores y realizando mediciones en estaciones de monitoreo para comparar los niveles sonoros con los ECA para ruido. Los resultados evidenciaron que los niveles registrados superaron los valores establecidos para las zonas evaluadas; además, mediante la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov y la prueba t de Student para una muestra, se determinó que el ruido generado por la construcción producía un impacto negativo sobre el entorno sonoro. En conclusión, el estudio confirmó la existencia de contaminación acústica asociada a las actividades constructivas y la necesidad de implementar medidas de control.

Ochoa (2021), en su investigación titulada “Evaluación de niveles del ruido ambiental y ubicación de puntos de monitoreo en zona céntrica de la ciudad de Puno, 2021”, tuvo como objetivo evaluar los niveles de ruido ambiental en el centro de Puno y compararlos con los Estándares de Calidad Ambiental. La metodología se basó en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental, mediante el cual se establecieron y clasificaron 10 puntos de monitoreo según su zonificación. Los resultados mostraron que el mayor nivel diurno fue de 76,5 dB, registrado en una zona residencial, mientras que durante la noche se alcanzó un máximo de 64,5 dB en una zona comercial, evidenciándose el incumplimiento de los límites establecidos en diversos puntos. En conclusión, se determinó la presencia de niveles elevados de contaminación acústica, recomendándose implementar medidas de control y mitigación para proteger a la población expuesta.

Paulino y Turpin (2021) en su investigación titulada “Evaluación del ruido ambiental y su relación con la percepción auditiva en Av. Abancay - Lima Cercado”, tuvieron como objetivo determinar la relación entre los niveles de ruido ambiental y la percepción auditiva de la población expuesta. La metodología fue de enfoque cuantitativo, realizando mediciones durante siete días en cinco puntos estratégicos y aplicando una encuesta de 10 ítems a 385 personas, siguiendo el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. Los resultados mostraron niveles sonoros entre 74,4 y 90,6 dBA, superiores a los límites establecidos,

mientras que aproximadamente el 50 % de los participantes presentó una percepción alta del ruido, identificándose además una correlación positiva media ($r = 0,466$). En conclusión, se determinó que la exposición al ruido ambiental en la Av. Abancay representa un problema para el bienestar de la población, por lo que se requieren medidas de control del tránsito y mitigación de la contaminación acústica.

Delgadillo et al. (2018) en la investigación titulada “Evaluación de contaminación sonora vehicular en el centro de la ciudad de Tarapoto, San Martín, 2015”, tuvieron como objetivo determinar los niveles de ruido generados por el tránsito vehicular e identificar los puntos críticos de contaminación acústica. La metodología fue aplicada, cuantitativa, no experimental y transversal, considerando siete puntos de monitoreo durante siete semanas en tres horarios diurnos, donde se registraron los niveles de presión sonora y el flujo vehicular. Los resultados evidenciaron que todos los puntos superaron los ECA para ruido, destacando el punto P-5 con valores de 80,4, 81,6 y 87,8 dB, siendo significativamente superior según el ANOVA y la prueba de Tukey. En conclusión, se determinó que el tránsito vehicular genera niveles de contaminación sonora superiores a los permitidos, principalmente por el desplazamiento y los procesos de aceleración y desaceleración de los vehículos, recomendándose implementar medidas de control y mitigación acústica.

Cruzado y Soto (2017) en su investigación titulada “Evaluación de la contaminación sonora vehicular basado en el Decreto Supremo N.º 085-2003-PCM, Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Ruido, realizado en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, 2016”, tuvieron como objetivo evaluar los niveles de contaminación sonora generados por el tránsito vehicular en las principales calles de Jaén. La metodología fue cuantitativa, no experimental, descriptivo-correlacional y de corte transeccional, considerando 13 puntos de monitoreo durante 21 días consecutivos en horario diurno, mediante sonómetros calibrados. Los resultados evidenciaron que todos los puntos registraron niveles superiores a 70 dB, excediendo el límite establecido para zonas comerciales, además de observarse una relación directa entre el flujo vehicular y los niveles de ruido. En conclusión, se determinó la existencia de contaminación sonora vehicular significativa en Jaén, por lo que se recomendó fortalecer el control del tránsito y aplicar medidas de gestión y mitigación acústica.

Tito (2017) en su investigación titulada “Estimación de la contaminación acústica por ruido ambiental en la Zona 8C del distrito de Miraflores – Lima”, tuvo como objetivo estimar los niveles de contaminación acústica, identificar sus principales fuentes y plantear medidas de mitigación. La metodología fue cuantitativa, no experimental y transversal, con alcance descriptivo, considerando 10 puntos de monitoreo mediante sonómetros de clase 1 y encuestas a 109 residentes. Los resultados evidenciaron que las principales fuentes de ruido fueron las bocinas, alarmas vehiculares, establecimientos comerciales, motocicletas y motores, además de registrarse niveles superiores a los ECA en 7 de los 10 puntos durante

el día y en la totalidad de los puntos durante la noche. En conclusión, se identificaron zonas críticas de contaminación sonora y se destacó la necesidad de implementar medidas de mitigación y planificación urbana para reducir la exposición de la población al ruido ambiental.

Mamani (2017) en su investigación titulada “Evaluación de los niveles de ruido producido por el tráfico vehicular en la ciudad de Puno”, tuvo como objetivo determinar los niveles de ruido generados por el tránsito vehicular e identificar las zonas más afectadas de la ciudad. La metodología fue aplicada, descriptiva, transversal y de diseño no experimental, considerando 12 puntos de monitoreo donde se realizaron mediciones en horarios de mañana, mediodía y tarde mediante sonómetros de precisión. Los resultados evidenciaron que todos los puntos superaron los límites establecidos por los ECA para ruido, registrándose el mayor nivel promedio en la intersección de la Av. El Sol con Jr. Los Incas, con 79,90 dBA, mientras que el menor correspondió a la Av. Cahuide con Jr. Mariano Melgar, con 68,20 dBA. En conclusión, se determinó que el tránsito vehicular constituye una de las principales fuentes de contaminación acústica en Puno, por lo que se requiere implementar medidas de control vehicular y planificación urbana para reducir la exposición de la población al ruido.

Licla (2016) en su investigación titulada “Evaluación y percepción social del ruido ambiental generado por el tránsito vehicular en la zona comercial del distrito de Lurín”, tuvo como objetivo evaluar los niveles de ruido producidos por el tránsito vehicular y la percepción de la población frente a esta problemática. La metodología fue aplicativa y de nivel descriptivo, empleando encuestas y observación, con una muestra de 232 personas y 21 estaciones de monitoreo, apoyándose en herramientas como ArcGIS, AutoCAD y SPSS. Los resultados evidenciaron niveles de presión sonora entre 66,1 y 76,5 dB durante los horarios de mayor circulación vehicular, determinándose que aproximadamente el 57 % del área estudiada presentaba riesgo por contaminación sonora. En conclusión, se estableció que el ruido vehicular constituye una problemática ambiental relevante en la zona comercial de Lurín, por lo que se requieren medidas de control del tránsito, ordenamiento urbano y sensibilización para reducir la exposición de la población. Huaranga (2016) en su investigación titulada “Contaminación sonora vehicular y de establecimientos nocturnos en

el casco urbano de la villa de Tocache”, desarrollada en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, tuvo como objetivo general elaborar un diagnóstico integral de la contaminación acústica en la Villa de Tocache, planteando como objetivos específicos la identificación de las zonas con mayor riesgo de contaminación sonora, la determinación de los niveles de ruido en distintos puntos críticos de la villa y la implementación de actividades de sensibilización dirigidas a la población local para promover la conciencia sobre los efectos negativos del ruido. La metodología utilizada fue de tipo aplicado y nivel descriptivo, con diseño no experimental de corte transeccional; se emplearon mediciones directas mediante un sonómetro semiprofesional ALC523/CEM y un equipo portátil de posicionamiento global para la localización geográfica de los puntos críticos, complementadas con software especializado como AutoCAD 2015 y ArcGIS 10.2 para la elaboración de mapas de ruido y análisis espacial. Los resultados indicaron que las vías de tránsito pesado y liviano representan los principales focos de contaminación sonora debido al uso constante del claxon, registrándose un nivel mínimo de 70,8 dB y un máximo de 99,7 dB, identificándose 20 puntos críticos en las vías de tránsito y 30 puntos críticos en establecimientos nocturnos, además de evidenciarse que estas fuentes generan afectaciones directas en la calidad de vida de los residentes por la exposición continua a niveles de presión sonora elevados. La conclusión establece que tanto el tránsito vehicular como los establecimientos nocturnos constituyen fuentes significativas de contaminación acústica en el casco urbano de Tocache, recomendando la adopción de medidas de mitigación, control del ruido y programas de sensibilización comunitaria para reducir los efectos negativos sobre la salud y el bienestar de la población.

2.1.2. A nivel local

Garcia y Martinez (2021), en su estudio titulado “Evaluación del ruido ambiental en cuatro instituciones educativas de nivel primario en el área urbana del distrito de Huancavelica”, tuvieron como objetivo evaluar los niveles de ruido ambiental y reconocer sus principales fuentes en instituciones educativas del área urbana. La metodología se basó en mediciones directas mediante un sonómetro calibrado, realizadas en diferentes horarios y espacios, siguiendo la normativa nacional para ruido ambiental. Los resultados mostraron niveles de 29,10 dB en la I.E.P. N.º 36002, 31,65 dB en la I.E.P. N.º 36001 y 43,75 dB en la I.E.P. N.º 36003, identificándose como principales fuentes el tránsito vehicular, las

actividades comerciales y los eventos internos. En conclusión, el estudio evidenció diferencias en la exposición sonora entre las instituciones evaluadas y generó información útil para promover medidas de control acústico orientadas a proteger el bienestar de los estudiantes.

Asto y Rosas (2019) en su tesis titulada “Niveles de contaminación sonora en las I.E. de nivel secundario de los distritos de Huancavelica y Ascensión, año 2018”, tuvieron como objetivo evaluar los niveles de contaminación acústica en instituciones educativas y verificar su cumplimiento con los Estándares de Calidad Ambiental. La metodología fue cuantitativa y descriptiva, considerando 18 instituciones educativas y 54 puntos de monitoreo, donde se realizaron mediciones durante el horario académico siguiendo los criterios establecidos en la R.M. N.º 227-2013-MINAM y el D.S. N.º 085-2003-PCM. Los resultados mostraron que la I.E. César Vallejo Mendoza presentó el menor nivel promedio, con 39,76 dB, mientras que la I.E. La Victoria de Ayacucho alcanzó 70,45 dB; asimismo, 14 de las instituciones evaluadas superaron los límites establecidos. En conclusión, se evidenció que gran parte de las instituciones educativas presentan niveles de contaminación sonora superiores a los permitidos, situación que podría afectar la concentración y bienestar de los estudiantes, por lo que se requieren medidas de mitigación y control del ruido.

2.1.3. Teoría del sonido

Teoría del sonido según el físico Chladni, el sonido es la revolución de las moléculas del aire cuando un objeto o cuerpo entra en oscilación de moléculas. Aquella vibración es cíclica y está conformada por una frecuencia y una amplitud en donde el sonido viaja por el aire y al llegar a nuestros oídos hace vibrar al tímpano, la cual contiene líquidos donde unas pequeñas velocidades llamadas cilios convierten esta información en impulsos eléctricos la cual es interpretado por el cerebro (Romero & Villaseñor, 2012). El camino hacia la primera teoría del sonido El filósofo Aristóteles escribe sobre el sonido y la audición como una fuente de sonido que empuja de alguna manera el aire circundante y así el sonido viaja tan lejos como sea posible, en donde el aire es necesario para la propagación sonora (Martínez Llorente & Peters, 2015). El filósofo Boyle juntamente con el filósofo Hooke mejoraron la bomba de vacío de Otto von Guericke, con la que estudió la compresibilidad de los gases y

demonstró que el sonido no se puede propagarse, porque no hay medio material. (Martínez y Peters, 2015).

Es un fenómeno físico ondulatorio consistente en la propagación a través del aire de una serie de perturbaciones que ejerce sobre éste cualquier objeto que vibra. (Miyara, 2001)

El sonido es una pequeña alteración de la presión atmosférica producida por la oscilación de partículas, a través de las cuales se transmite longitudinalmente la onda sonora. Este fenómeno puede producir una sensación auditiva. (Jaramillo, 2007)

El sonido se define como una entidad dual que integra tanto la mecánica física como la respuesta sicoacústica. Desde una perspectiva física, constituye una perturbación mínima en la presión atmosférica generada por la oscilación de partículas en un medio elástico, transmitiéndose como una onda longitudinal. No obstante, su definición completa exige considerar la sensación auditiva resultante. Bajo esta distinción, es posible identificar un "evento sonoro" cuando la onda mecánica está presente sin un receptor, y un "evento auditivo" cuando la percepción ocurre internamente, aunque habitualmente ambos fenómenos convergen en la experiencia sonora común. (Jaramillo, 2007)

2.1.4. Teoría del ruido

El ruido es un fenómeno acústico y no armonioso, es un sonido no deseado que actualmente se encuentra entre los contaminantes más invasivos y afecta negativamente al bienestar del ser humano. El ruido es causado por una perturbación que se propaga en un medio elástico a través de pequeñas fluctuaciones de la presión atmosférica. La vibración procede de un objeto, viaja a través de un medio para ser detectado por el oído humano. El ruido es la suma de uno o más sonidos (Fajardo, 2014).

El ruido es un sonido desagradable y molesto, por niveles no necesariamente altos que son potencialmente nocivos para el aparato auditivo y el bienestar psíquico. Como termino simple, es un sonido no deseado (Amable et al., 2017)

El ruido es el contaminante más común. Puede definirse como cualquier sonido que sea calificado, por quien lo recibe, como algo molesto, indeseado, inoportuno o desagradable.

Lo que es música para una persona, puede ser calificado como ruido para otra. (Ministerio del Medio Ambiente (MMA), s.f.)

El ruido puede ocasionar algunos problemas como la pérdida auditiva o hipercusia, el estrés, la tranquilidad de una persona, la pérdida de sueño, entre otras (Fajardo, 2014).

En la actualidad vivimos en una época en la que se nos somete a niveles de ruido muy alarmantes que afectan en la eficiencia humana. Existen varios tipos de ruido como el ruido aéreo, ruidos de impacto y vibraciones (Fajardo, 2014).

En cuanto a señales, el ruido es cualquier señal indeseada en un sistema eléctrico o electrónico, sin embargo, tal definición resultaría ambigua, ya que permite interpretar como ruido a fenómenos tales como intermodulación, interferencias, etc. que, en gran medida son controlables mediante un diseño adecuado del sistema y los circuitos que lo conforman. Estos ocasionan restricciones en los sistemas electrónicos de precisión especialmente de aquellos que trabajan con radiofrecuencias (Fajardo, 2014).

El término ruido proviene de la ingeniería radioeléctrica en la que la presencia de señales no deseadas, se utiliza en ciencia e ingeniería para describir las desviaciones aleatorias observadas, cuando se repiten medidas de señales que se controlan de forma continua. Estas fluctuaciones son aleatorias y por lo tanto se pueden describir y tratar mediante métodos estadísticos. El ruido es un fenómeno generalmente incontrolable, el ruido, la distorsión y la interferencia están presentes cualquier sistema electrónico y tiene un papel muy importante ya que controla la calidad de la señal (Fajardo, 2014).

2.1.5. Teoría sobre la absorción y aislación de ruidos

El control del ruido exige un estudio previo de sus características, es necesario conocer su nivel, su frecuencia, su propagación, etc para ser evaluada (Jaureguierry, 2017).

En esta obra nos limitamos a ruidos de naturaleza continua, ya que otros de características particulares como los impulsivos requieren un tratamiento especial. Nos referiremos a los problemas generales que por ser tales abarcan la mayoría de los casos prácticos observados (Jaureguiberry, 2017).

Lo que más adelante se expresa está orientado hacia la solución de problemas existentes. En rigor no nos cansaremos nunca de insistir sobre la necesidad de un planteo correcto "previo" al diseño de la nueva máquina y/o planta. Es siempre, mucho más electivo desde el punto de vista acústico prever que corregir luego, ya que muchas veces esto último resulta económicamente imposible

- Frecuencia sonora

La frecuencia se define como la magnitud que contabiliza la cantidad de ciclos o repeticiones que completa una onda en un intervalo de tiempo determinado. En fenómenos ondulatorios como el sonido o la luz, esta medida se expresa en hercios (Hz), donde cada unidad equivale a un ciclo por segundo. Existe una relación matemática inversa entre la frecuencia y la longitud de onda, lo que significa que el valor de la frecuencia se obtiene al dividir la velocidad de propagación entre la distancia que separa a dos crestas consecutivas. (GreenFacts, s.f.)

En estudios ambientales, la frecuencia resulta importante debido a que diferentes rangos frecuenciales producen distintos niveles de molestia y percepción humana.

- Fuentes de ruido externo

Los ruidos provenientes del ámbito exterior al observador serán controlados mediante elementos aislantes. Así se podrá establecer que los ruidos que se transmitan por vía sólida deberán estar aislados con elementos elásticos (resorte, pisos flotantes, etc.). Ello además originará una discontinuidad a través de dicho medio de propagación (Jaureguiberry, 2017).

En cambio, los ruidos que se transmiten por vía aérea serán aislados con elementos herméticos y de gran masa (muros) o también con tabiques de elementos múltiples que serán más livianos pero que poseerán varios componentes (Jaureguiberry, 2017).

- Intensidad del ruido

La intensidad del sonido se define como la cantidad de energía sonora irradiada por segundo a través de una unidad de área, medida específicamente en vatios acústicos por metro cuadrado. Se puede calcular utilizando la fórmula $I = W / 4 \pi r^2$, donde W es la potencia acústica y r es el radio de la envoltura esférica que rodea la fuente de sonido. (Ahmed et al., 2021)

- Ondas sonoras

Una onda sonora es una onda longitudinal que transmite lo que se asocia con sonido. El sonido es cualquier fenómeno que involucre la propagación en forma de ondas elásticas, que sean audibles o no, generalmente a través de un fluido que esté generando el movimiento vibratorio de un cuerpo. La frecuencia de una onda se mide en hercios (Hz). Se considera que el oído humano puede percibir ondas sonoras de frecuencias entre los 20 y los 20.000 Hz, por ello las ondas con una frecuencia menor a la audible se denominan ondas infrasónicas y las ondas con frecuencias mayores ondas ultrasónicas (Merino de Vega, 2016)

- Fuentes de ruido interno

Según Jaureguiberry (2017), Los ruidos internos, es decir cuando la fuente está en coincidencia con el observador podrán ser controlados con materiales absorbentes. Estos serán de distinta naturaleza según las frecuencias de los ruidos que debamos controlar. Por esta razón contaremos con absorbentes porosos, membranas absorbentes y resonadores, materiales que serán descriptos en detalle más adelante. TABLA ° 4: Niveles típicos de presión acústica en bandas de octava y completas, en decibeles (referidos a 0,002 dinas/cm²)

2.1.6. Propagación de ruido

Como ya se vio anteriormente las vías de propagación del ruido son tres: aérea, líquida y. sólida (Jaureguiberry, 2017) las últimas dos se las suele unir y tratar como sólidas.

Para el control de los ruidos, la determinación del medio de propagación será de particular interés. No siempre se presentan ruidos que siguen un solo medio de propagación. Por ello, se deberá analizar con cuidado este aspecto a fin de emplear luego los medios adecuados y efectivos para su corrección.

La propagación del sonido consiste en la transmisión de una perturbación en un espacio tridimensional, generada por la vibración de las moléculas de un cuerpo sonoro. Para que este proceso ocurra, es indispensable que el medio de transporte sea material y elástico (sólido, líquido o gaseoso), ya que son las partículas de dicho medio las que vibran para desplazar la onda. Debido a esta dependencia de la materia, el sonido no puede producirse ni propagarse en el vacío. (Ordoñez, 2022)

2.1.7. Absorción del ruido

Al referirnos anteriormente a fuentes de ruidos internos hemos mencionado a los materiales absorbentes como los adecuados para su control o atenuación (Jaureguiberry, 2017).

En el caso particular de los absorbentes porosos, la energía sonora es transformada en calor, al penetrar la onda sonora en su interior y rozar contra las paredes de los poros del material donde las curvas características de absorción de estos materiales. Como se observa, la zona de frecuencias altas es el mejor campo de aplicación debido a sus elevados valores de absorción (Jaureguiberry, 2017).

Las membranas absorben de acuerdo con un principio muy distinto al de los absorbentes porosos. En efecto, su construcción (capa impermeable sobre un recinto cerrado lleno de aire o incluso con absorbentes porosos) las hacen asemejar a un tambor. Al incidir la onda sonora el "parche del tambor" se pondrá en movimiento, que será de amplitud tanto mayor, cuanto más cerca esté la frecuencia de la onda sonora respecto a la natural del sistema oscilante constituido por la masa del "parche" y la elasticidad de la masa del aire encerrada por el mismo esto se hace muy evidentemente se puede señalar que se trata de un absorbente resonante, cuya frecuencia de máxima absorción se puede variar de acuerdo con las necesidades (Jaureguiberry, 2017).

2.1.8. Aislación sonora

Al considerar este tema debemos recordar que la aislación es el procedimiento tomado en cuenta para controlar los ruidos provenientes de fuentes exteriores (Jaureguiberry, 2017).

Consiste básicamente, en crear una discontinuidad en el elemento transmisor o propagador del ruido. Para ello, analizaremos ruidos de propagación por vía aérea y sólida (en ésta, incluida la líquida) ya que para cada uno de ellos las técnicas son diferentes (Jaureguiberry, 2017).

2.1.9. Contaminación

“Este afirma que es el aumento de sustancias anormales que ejercen efectos dañinos en los organismos de los diferentes ecosistemas. La contaminación se origina de forma natural, pero está relacionada con las actividades que realiza el hombre” (Bautista Zuñiga, 1999, pág. 19).

La contaminación ambiental se entiende como la presencia en el entorno de agentes físicos, químicos o biológicos, o una combinación de estos, en concentraciones que resultan perjudiciales para la salud, la seguridad o el bienestar de la población, así como para la vida vegetal y animal. Este fenómeno surge principalmente cuando la actividad humana introduce sustancias o formas de energía que alteran el equilibrio natural, impidiendo el uso normal de los recursos y espacios recreativos. Por tanto, la gestión de la contaminación no solo implica identificar los contaminantes, sino también comprender su interacción con el medio y los efectos negativos que generan en la calidad de vida y el patrimonio nacional. (Muñoz et al., 2021)

2.1.9.1. Contaminación sonora

“También llamado contaminación acústica llegan a hacer los estímulos que indirecta o directamente llegan a interferir negativamente en el ser humano a través del oído. Se puede afirmar que a partir de los 65dB el ruido empieza a provocar efectos patológicos en aspectos físicos y psíquicos el cual lo señala” (García Caballero, 2006, pág. 233).

Presencia en el ambiente exterior o en el interior de las edificaciones, de niveles de ruido que generen riesgos a la salud y al bienestar humano. (Perú. Presidencia del Consejo de Ministros, 2003)

2.1.9.2. Efectos de la contaminación sonora

- **Efectos auditivos**

Según García (2006), la sordera o hipoacusia es una de las principales enfermedades profesionales propia del desarrollo industrial. En nuestro país se le ha considerado como la segunda enfermedad laboral más común después de la tendinitis (común en los digitadores).

De acuerdo a la OMS, en el mundo hay más de 120 millones de personas con deficiencias auditivas discapacitantes (García Caballero, 2006).

Centraremos nuestra atención en aquellos efectos sobre la audición relacionadas con el ruido ambiental y no laboral, los cuales muchas veces son considerados "normales", cuando en realidad pueden estar causando daños irreversibles (García Caballero, 2006).

- **Efecto máscara:**

Cuando un sonido impide la percepción total o parcial de otros sonidos presentes, se dice que este sonido enmascara a los otros. Esto puede traer graves complicaciones cuando se trata del enmascaramiento de mensajes o señales de alerta y muy especialmente de la comunicación hablada. Este factor de aislamiento puede disminuir la eficacia y concentración en el trabajo, aumentando incluso el riesgo de accidentes (García Caballero, 2006).

- **Fatiga auditiva:**

También conocido como TTS (TemporaryThresholdShift) o Cambio Temporal del Umbral Auditivo. Se trata de un déficit temporal de la sensibilidad auditiva producto de la exposición a altos niveles de ruido. Al dejar de estar expuesto al ruido, esta fatiga disminuirá gradualmente hasta recuperarse completamente. Sin embargo, si el oído es expuesto nuevamente a altos niveles de ruido antes de completarse esta recuperación, se producirá un

nuevo cambio en el umbral, el cual podría hacerse permanente si estas exposiciones se tornan habituales (Garcia Caballero, 2006).

- **Acufenos:**

Todos alguna vez en nuestra vida hemos escuchado un silbido dentro de nuestro oído. Estos sonidos se producen por la alteración del nervio auditivo que hacen escuchar un sonido interior constante que, en casos extremos puede causar ansiedad y cambios de carácter. Este efecto se le atribuye al ruido urbano (Garcia Caballero, 2006).

Pérdida Progresiva de la Audición: Conocida también como PTS (PermanentThresholdShift) o Cambio Permanente del Umbral Auditivo. Es muy habitual escuchar decir a la gente, que frecuentemente está expuesta a altos niveles de ruido, que se han "acostumbrado al ruido". Más que "acostumbramiento", lo que ocurre es que el oído no ha alcanzado a recuperarse de la fatiga auditiva o TTS, convirtiéndose paulatinamente en un cambio permanente e irreversible. La causa de esta pérdida permanente es que el ruido va matando las células auditivas, las cuales no se regeneran. Cada ser humano nace con 10.000 de estas células en cada oído. Como muchas células de nuestro organismo, éstas van muriendo en forma natural, lo que explica la sordera en los ancianos. Como esta pérdida auditiva es paulatina, las personas tienden a pensar que se han acostumbrado al ruido, lo cual es erróneo (Garcia Caballero, 2006).

- **Efectos no auditivos**

En los últimos años se han relacionado una serie de patologías no auditivas producidas tanto directa como indirectamente por la exposición al ruido. Según los especialistas, dentro de las alteraciones psicológicas que produce el ruido se pueden citar las siguientes: Irritabilidad, susceptibilidad exagerada, agresividad, entre otros trastornos de la personalidad (Garcia Caballero, 2006).

Trastornos del sueño: La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que, para tener un buen descanso nocturno, el ruido presente debería ser de 35 dB(A). Para niveles de ruido mayores se comenzarían a producir perturbaciones en mayor o menor grado. Por ejemplo, niveles peak de ruido muy altos (como el que provocaría una motocicleta al pasar

por nuestro hogar) causarían una drástica aceleración cardíaca. Este efecto puede terminar en pacientes con hipertensión crónica (Garcia Caballero, 2006).

- **Ruido y embarazo:**

Alrededor del quinto mes de gestación, el oído del feto se hace funcional, percibiendo los ruidos propios de su entorno inmediato, correspondiente a los del propio organismo de la madre (corazón, pulmones, voz, etc.). Experimentos realizados en poblaciones ubicadas en los entornos de aeropuertos de Japón, demostraron que los niños cuyas madres vivieron el embarazo desde el principio en dichos lugares, sufren menos alteraciones que aquellos en que la madre vivió sólo desde el quinto mes hasta el nacimiento. Se despiertan fácilmente al pasar un avión y además su peso fue inferior a la norma (Garcia Caballero, 2006).

- **Aprendizaje:**

Los niños educados en ambientes ruidosos suelen ser menos atentos a las señales sonoras y se advierten perturbaciones en su capacidad de escuchar. En los establecimientos educacionales cercanos a vías de circulación vehicular de alto tráfico o cercanos a aeropuertos, se ha detectado un retraso en el aprendizaje de la lectura. Para lograr una buena comunicación entre el profesor y los alumnos, en una sala de clases el nivel de ruido no debiera superar los 55 dB(A). En establecimientos educacionales cercanos a vías de alta circulación vehicular, este nivel suele ser superado ampliamente, lo que dificulta la comprensión, aumenta la falta de concentración y la baja en el rendimiento (Garcia Caballero, 2006).

2.1.10. Nivel de ruido

El nivel de ruido en el ambiente es el nivel de presión de sonido en un lugar determinado, normalmente especificado como un nivel de referencia para estudiar una nueva fuente de sonido intrusivo, estos pueden utilizarse para mapear las condiciones de sonido en un régimen espacial, alternativamente los niveles de ruido ambiental se pueden medir para proporcionar un punto de referencia para analizar un sonido intrusivo en un entorno determinado, la medida de este generalmente se desarrolla mediante el sonómetro el cual

tiene como unidad Decibel (en adelante dB), este ruido en altos niveles puede ser un contaminante y un factor de estrés ambiental (Corra, 2009).

Stockholm University y el Karolinska Institute (1995), definen que el ruido es el sonido generado por las fuentes que en su mayoría llegan a ser el tránsito automotor, tren, las construcciones, obras públicas y en las fuentes interiores son generadas en su mayoría por sistemas de ventilación, equipos, máquinas de oficina, artefactos electrodomésticos.

2.1.10.1. Sonido

El sonido también puede ser definida como una vibración que típicamente se propaga como una onda audible de presión, a través de un medio de transmisión tales como un gas, líquido o sólido (Bresin, 2015).

El sonido puede ser definido como una perturbación que se propaga a través de un material elástico a una velocidad que es característica de ese material. El sonido generalmente es causado por la radiación de una superficie vibrante sólida o por perturbaciones del fluido (Lamancusa, 2000).

El sonido se define como la oscilación en la presión, tensión, desplazamiento de partículas, velocidad de las partículas, etc., propagada en un medio con fuerzas internas o la superposición de dicha oscilación propagada, además puede también puede definir como la sensación auditiva provocada por la oscilación descrita líneas arriba, el sonido se puede ver como un movimiento de onda en el aire u otros medios elásticos, sin embargo, el sonido también puede verse como una excitación del mecanismo de audición que resulta en la percepción del sonido en este caso, el sonido es una sensación (Salas, 2012).

2.1.10.1.1. Propiedades del sonido

Existe muchas complejidades relacionadas con la transmisión de sonidos en el punto de recepción, además está regido por elementos fundamentales los cuales forman la base de todas las ondas de sonido las cuales se pueden utilizar para describir, en términos absolutos, cada sonido que escuchamos, es así que el sonido es una onda compleja que generalmente se separa en sus partes componentes los que son una combinación de varias frecuencias de las ondas de sonido (Handel, 1995; Kendall, 1986).

Las ondas de sonido a menudo se simplifican a una descripción en términos de ondas planas sinusoidales, que se caracterizan por estas propiedades genéricas:

- **Frecuencia**

La frecuencia del sonido, frecuencia de audio o una frecuencia audible se caracteriza como una vibración periódica cuya frecuencia es audible para el humano promedio (Pilhofer, 2007). El rango estándar generalmente aceptado de frecuencias audibles para humanos es de 20 a 20,000 Hz, aunque el rango de frecuencias que escuchan los individuos está muy influenciado por factores ambientales. Las frecuencias por debajo de 20 Hz generalmente se sienten más que se escuchan, asumiendo que la amplitud de la vibración es lo suficientemente grande, las altas frecuencias son las primeras en verse afectadas por la pérdida de audición debido a la edad o la exposición prolongada a ruidos muy altos (Heffner, 2007)

Así también la frecuencia del sonido puede definirse como la velocidad de las vibraciones que determina el tono del sonido esto debido a que el sonido es causado por vibraciones que se transmiten a través de un medio como el aire y llegan al oído u otra forma de dispositivo de detección los cuales se miden como el número de ciclos de onda que ocurren en un segundo, siendo la unidad de medida estándar el Hertz (Hz) y en cuanto a la intensidad del sonido se mide en decibeles (dB) (Bello, 2017).

De forma clara se puede definir que la frecuencia de 1 Hz se refiere a un ciclo de onda por un segundo, mientras que 20 Hz se refiere a 20 ondas por segundo, donde los ciclos son 20 veces más cortos y más cercanos entre sí, como se mencionó con anterioridad el espectro de audio es el rango de frecuencia que es audible para los humanos es generalmente abarca de 20 a 20,000 Hz, aunque los factores ambientales influyen en el rango preciso para cada individuo, siendo así que las frecuencias en el extremo superior del espectro son las primeras en verse afectadas negativamente por la edad y/o el daño auditivo como resultado de la exposición prolongada a volúmenes altos o ruido (Bitner, 2002), (Bello, 2017).

- **Amplitud**

La amplitud del sonido es una medida de su cambio en un período único (como el tiempo o el período espacial). Hay varias definiciones de amplitud que son todas funciones de la magnitud de la diferencia entre los valores extremos del sonido (Knop, 1996).

Entonces la amplitud de una onda de sonido se traduce en el nivel de movimiento del medio por el que pasa la onda o las moléculas de aire en la onda lo cual corresponde a la intensidad compresión que la acompañan, bajo esto en cuanto sea mayor la amplitud de una determinada onda con más intensidad golpeará el medio, las moléculas, el tímpano y esto conlleva una mayor fuerza es el sonido percibido, de esta forma la amplitud del sonido puede expresarse en unidades absolutas teniendo en cuenta medir la distancia de desplazamiento de las moléculas del aire, diferencia de presiones o la energía transportada (García, 2000).

- **Velocidad**

La velocidad del sonido es la distancia recorrida por unidad de tiempo por una onda de sonido a medida que se propaga a través de un medio elástico, a 20 °C (68 ° F), la velocidad del sonido en el aire es de aproximadamente 343 metros por segundo, pero también varía en varios metros por segundo debido a los gases presentes por lo que la velocidad del sonido varía de una sustancia a otra, es así que la velocidad es más rápida en líquidos y sólidos ya que por ejemplo el sonido viaja a 343 m/s en el aire, a 1.480 m/s en agua, a 5,120 m/s en hierro y en un material excepcionalmente rígido como el diamante el sonido viaja a 12,000 metros por segundo, que es aproximadamente la velocidad máxima a la que el sonido viajará en condiciones normales (Ogunsote, 2007; Kirtskhalia, 2012).

2.1.10.1.2. Tipos ruido

La clasificación del ruido se determina según la estabilidad de su presión sonora durante la jornada laboral. El ruido continuo es aquel que se mantiene estable con variaciones mínimas (inferiores a 5 dB), como el de un motor eléctrico; por el contrario, el ruido no constante presenta fluctuaciones superiores a ese rango. Dentro de las categorías variables, destaca el ruido fluctuante, caracterizado por cambios constantes (ej. tráfico), y el ruido intermitente, que presenta incrementos bruscos de al menos un segundo antes de volver al

nivel de fondo. Por último, el ruido de impulso se define por picos de energía extremadamente breves y repentinos, menores a un segundo, como los disparos o válvulas.

En cuanto a la percepción humana, el espectro auditivo abarca desde los 20 hasta los 20,000 Hz. No obstante, el interés preventivo se centra en el rango de 31.5 a 8,000 Hz, debido a que estas frecuencias tienen una mayor incidencia y potencial de daño sobre la capacidad auditiva del individuo. (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2003)

- **Ruido continuo**

El ruido continuo es el que se produce por máquinas o artefactos que funcionan de una misma forma y sin ninguna interrupción durante un lapso de tiempo ejemplos para este tipo de ruido son los producidos por los sistemas de ventilación o equipos de proceso para poder medir el nivel de dicho ruido es necesario medir durante unos minutos (Brüel, 2000).

- **Ruido intermitente**

Este tipo de ruido suscita cuando la maquinaria funciona dando un patrón de ciclos es así que para este tipo de ruido son ejemplos los ruidos producidos por vehículos como automóviles o aviones entre otros (Brüel, 2000).

- **Ruido impulsivo**

Este tipo de ruido hace referencia los causados por explosiones o impactos como por ejemplo el ruido de un arma de fuego el cual se caracteriza por ser un ruido breve y abrupto con un efecto negativo mucho mayor que otros tipos de sonido (Brüel, 2000).

2.1.10.1.3. Unidad de medida

Las ondas sonoras tienen como principal característica la producción variaciones de presión en el medio por donde se desplaza, razón por la que el ruido o el sonido pueden expresarse mediante las unidades de presión, es así que la norma ISO utiliza al Pascal para medir la presión sonora el cual se expresa como $\left(N/m^2\right)$, el cual equivale a 10 microbares (Echeverri y Gonzales, 2011).

Sin embargo, en la práctica estas unidades no son usualmente utilizadas esto debido a la gran variación de la presión ya que el rango en el que puede variar la presión del sonido o ruido va desde 20×10^{-6} Pa y 200 Pa (lo que equivale de 20 a 200 000 000 m Pa), lo que hace casi imposible tener una medición certera, razón por la cual se utiliza una escala logarítmica en la que se introduce el concepto de nivel de presión acústica en decibels (dB) (Cantor & Lopez, 2003).

$$L_p(dB) = 10 \log \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^2$$

- L_p : Nivel de presión acústica en dB.
- P_1 : Presión sonora medida en (N/m^2) .
- P_0 : Presión sonora de referencia, fijado

En $2 \times 10^{-5} N/m^2$.

Es así que gracias a este artilugio se puede reducir de manera la gran amplitud del rango de presiones mediante la unidad de medida de Pascal una escala que va desde los 0dB en el umbral auditivo, hasta 140dB, en el umbral de dolor (Cantor & López, 2003).

2.1.10.1.4. Medición del ruido

Generalmente la medición del ruido se realiza mediante un instrumento especializado en esta actividad es así que el sonómetro tiene la capacidad de medir el nivel de presión sonora en la unidad de medida de decibelios con la capacidad de tomar estos datos de forma directa, en razón a la versatilidad de este instrumento, el sonómetro es el instrumento más utilizado ya que incluso además de tener la capacidad de recolectar las señales es capaz de darle a cada nivel de ruido un ponderado en concordancia con la sensibilidad real del oído humano (Rocha, 2012).

Los sonómetros pueden ser de 3 tipos:

- **Tipo 0:** Este tipo de sonómetro generalmente son direccionados al uso en los laboratorios (Rocha, 2012).

- **Tipo 1:** Estos equipos tienen una mayor resolución dando mayor exactitud en las mediciones (Rocha, 2012).
- **Tipo 2:** Los sonómetros de este tipo tienen mayor uso en actividades de supervisión en cuanto la medición de niveles de ruido en niveles industriales (Rocha, 2012).

El sonómetro es un instrumento que de forma general se conforma en primera instancia por un micrófono para tomar la señal, un amplificador para poder medir el nivel de ruido filtros de ponderación que pueden tener la capacidad de ponderar los niveles encontrados en contraste con los valores reales permisibles en los oídos humanos además cuenta con algunos accesorios como un cortaviento para situaciones climáticas adversas y un trípode para colocar de manera segura el equipo (Rocha, 2012).

2.1.10.1.5. Niveles de presión de ruido

Para los niveles que van a ser mencionados a continuación, la ponderación en frecuencia o ancho de banda de frecuencia según sea aplicable, asimismo tiene que ser especificada, así como la ponderación en el tiempo, si es aplicable, de también ser especificada. De la misma forma se presenta a continuación los símbolos que cada uno de estos niveles ya sea de presión y exposición sonora (Norma Técnica Peruana, 2007, pág. 2).

Tabla 1

Símbolo establecido para los niveles de presión y de exposición sonora

Índice	símbolo	Fuente:
Nivel de presión sonora en promediado en tiempo y ponderado en frecuencia	L_{pAF}	Norma Técnica Peruana NTP-ISO 1996-1
Nivel de presión sonora máximo promediado en tiempo y ponderado en frecuencia	L_{pAFmax}	
Nivel porcentual de excedencia	L_{AFNT}	
Nivel de presión sonora pico	L_{Cpeak}	
Nivel de exposición sonora	L_{AE}	
Nivel de presión sonora continuo equivalente	L_{AeqT}	
Nivel de exposición sonora estimado	L_{RE}	
Nivel continuo equivalente estimado	L_{ReqT}	

- Nivel de presión sonora ponderada en el tiempo y en la frecuencia

Según la Norma Técnica Peruana (2007), el nivel de presión sonora resulta ser diez veces el logaritmo de base 10 de la potencia cuadrada de la razón de la raíz media cuadrática de la presión sonora definida, a la presión de referencia, siendo estas definidas con una ponderación en frecuencia y un determinado tiempo establecido. En donde la presión sonora de referencia es de 20 μPa y por lo cual la presión que se determina deberá ser expresada en pascuales (Pa). Las ponderaciones establecidas en cuanto a frecuencia son de ponderación A, C y la ponderación F y S están establecidas en cuanto a tiempo (pág. 2).

- Nivel de presión sonora máxima ponderado en el tiempo y frecuencia

Este nivel de presión sonora es el mayor de los niveles de presión sonora ponderado en cuanto a tiempo y así mismo en frecuencia en un tiempo establecido. En donde el nivel de presión sonora máximo, se determina en decibeles (dB) (Norma Técnica Peruana, 2007, pág. 3).

- Nivel percentil estadístico

“El nivel percentil estadístico viene a ser la presión sonora ponderado en el tiempo y frecuencia, el cual es excedido en porcentaje (N%) del intervalo del tiempo establecido. Cabe decir que si $L_{AF95,1h}$ en el cual la presión sonora, con ponderación en la frecuencia A y con ponderación en el tiempo F, excediendo en un porcentaje de 95% de 1h” (Norma Técnica Peruana, 2007, pág. 3).

- Nivel de presión sonora pico

“La Norma Técnica Peruana (2007), señala que el resultado del nivel de presión de pico viene a ser diez veces el logaritmo con base 10 de la razón del cuadrado de la presión sonora pico al cuadrado de la presión sonora que se toma como referencia, en donde el pico viene a ser el dato máximo absoluto de la presión sonora instantánea en un intervalo de tiempo establecido con una ponderación en frecuencia establecida o ancho de banda de medición. Este nivel es expresado en decibeles (dB)” (pág. 3).

- Nivel de exposición sonora

La presión sonora (medida en decibelios, dB) es la variación en la presión atmosférica provocada por las ondas sonoras que el oído humano percibe, siendo una magnitud logarítmica que relaciona la intensidad de un sonido con un valor de referencia. Se utiliza para medir el "volumen" o intensidad, oscilando habitualmente entre 0 dB (umbral de audición) y más de 130 dB (umbral del dolor) (Tecnare Sound Systems, 2026)

El nivel de exposición sonora viene a ser diez veces el logaritmo con base 10 de la razón de la exposición sonora, E con la exposición referencial E_0 , siendo este la integral de tiempo del exponente al cuadrado de la variación de tiempo en frecuencia de la presión sonora momentánea en un lapso de tiempo establecido.

“En donde E_0 viene a ser el cuadrado de la presión sonora referencial de $20 \mu\text{Pa}$ y este esta multiplicado por el periodo de tiempo de $1\text{s} \times [400 \times (\mu\text{Pa})^{2\text{s}}]$, la unidad del nivel de exposición sonora deberá estar en decibeles (dB), mientras que la unidad de la exposición sonora deberá estar en (Pa^2s) lo cual esta establecido” (Norma Técnica Peruana, 2007, pág. 4),

- Nivel de presión sonora continuo equivalente

En cuanto al nivel de presión sonora continuo equivalente bes expresada en decibeles (dB) y viene a ser diez veces el logaritmo decimal del cociente sobre la potencia al cuadrado de la presión sonora cuadrática media en un lapso de tiempo establecido y la presión sonora de referencia, en donde se puede ver que la presión sonora resulta con una ponderación en frecuencia normalizada (Norma Técnica Peruana, 2007, pág. 5).

- Niveles de ruido según los estándares de calidad ambiental

Mientras el Ministerio de Salud no determine los niveles de medición y los instrumentos a utilizar para determinar los niveles de ruidos en zonas de protección especial, residencial, comercial e industrial estas estarán regidas por normas ISO 1996-1; 1996:1982 y a la ISO 1996-2:1987. Las cuales se podrá ver en la siguiente tabla en donde los valores estarás expresados en L_{ASqT} (Estandares de Calidad Ambiental, 2003, pág. 11).

Tabla 2*Niveles de ruido según los Estándares de Calidad Ambiental*

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

Fuente: Estándares de Calidad Ambiental-DS N° 085-2003-PCM

2.1.10.2. Contaminación sonora

La contaminación acústica, contaminación sonora o ruido ambiental se define generalmente como la exposición regular a niveles de sonido elevados que pueden provocar efectos adversos en los seres humanos u otros organismos vivos. Según la Organización Mundial de la Salud, los niveles de sonido inferiores a 70 dB no dañan a los organismos vivos, independientemente de cuán larga o constante sea la exposición, sin embargo, la exposición durante más de 8 horas a un ruido constante de más de 85dB puede ser peligrosa, la fuente de ruido exterior en todo el mundo es causada principalmente por máquinas, sistemas de transporte y propagación (Hogan y Latshaw 1973).

2.1.10.2.1. Fuentes de contaminación sonora

- Carreteras, ferrocarriles y aeropuertos

La infraestructura de transporte se ha convertido en una gran fuente, tanto por el flujo del transporte, como por la cercanía con las comunidades.

Son actividades productivas como industrias, talleres, pero también pubs y discotecas, etc.

Como están dispersas por toda la ciudad, generan un impacto indirecto de gran importancia sobre el ambiente sonoro.

También son fuentes fijas las faenas de construcción, que con sus compresores, excavadoras, martillos neumáticos, producen niveles de ruido tan elevados que se transforman en motivo de frecuentes quejas. (Ministerio del Medio Ambiente (MMA), s.f.)

- **Actos y conductas ruidosas**

Son todos los ruidos que están asociados a hábitos y conductas, como las fiestas en casa, actividades de jardinería, etc.

También pueden ser los conciertos al aire libre, las ferias y vendedores callejeros, los sonidos de animales domésticos, los fuegos artificiales, etc. (Ministerio del Medio Ambiente (MMA), s.f.)

Existe una gran variedad de fuentes de contaminación sonora por lo que se define en las siguientes:

- **Industrialización**

La mayoría de las industrias utilizan máquinas grandes que son capaces de producir gran cantidad de ruido, aparte de eso, varios equipos como compresores, generadores, extractores de aire, molinos también participan en la producción de grandes ruidos, por lo que generalmente los trabajadores en estas fábricas e industrias están usando tapones para los oídos para minimizar el efecto del ruido (Esteban, 2003).

- **Planificación urbana deficiente**

En la mayoría de los países en desarrollo, la planificación urbana deficiente también desempeña un papel vital, las casas congestionadas, las familias numerosas que comparten espacios pequeños, la señalización vehicular y peatonal deficiente, además la falta de una buena organización de los espacios tales como lugares de esparcimiento y otros (Esteban, 2003).

- **Eventos sociales**

El ruido está en su apogeo en la mayoría de los eventos sociales, conciertos, lugar de culto, las personas normalmente ignoran las reglas establecidas por la administración local y crean molestias en el área, es así que, en los mercados, se puede ver a las vendedores

ambulantes y a través de hacer ruidos fuertes para atraer la atención de las personas lo que también incluye a los locales nocturnos en las ciudades (Esteban, 2003).

- **Transporte**

Gran cantidad de vehículos en carreteras, aviones, trenes, trenes subterráneos producen mucho ruido y la gente no se acostumbra a este medio de vida. El ruido elevado conduce a una situación en la que una persona normal pierde la capacidad de escuchar adecuadamente con una prolongada exposición a este tipo de contaminación (Esteban, 2003).

Numerosos estudios afirman que el tránsito vehicular es responsable de más del 70% del ruido ambiental en una ciudad.

Esto depende de las características de las vías, del tipo de vehículos (livianos, medianos, pesados, motocicletas), de las condiciones de utilización de la bocina, del estado de la infraestructura urbana, entre otros. (Ministerio del Medio Ambiente (MMA), s.f.)

- **Actividades de construcción**

En actividades de: construcción, minería, construcción de puentes, presas, edificios, estaciones, carreteras, sobrevuelos en casi todo el mundo. Estas actividades de construcción tienen lugar todos los días, ya que necesitamos más edificios, puentes para acomodar a más personas y reducir la congestión del tráfico. El punto negativo es que estos equipos de construcción son demasiado ruidosos y coadyuvan a una mayor contaminación sonora (Esteban, 2003).

- **Tareas domésticas**

Nosotros, las personas, estamos rodeados de aparatos y los usamos ampliamente en nuestra vida diaria, los aparatos como la televisión, el móvil, amoladora, mezcladora, olla a presión, aspiradora, lavadora y secadora, el refrigerador y el aire acondicionado contribuyen en menor medida a la cantidad de ruido que se produce, pero afecta negativamente a la calidad de vida de su vecindario (Esteban, 2003).

2.1.10.2.2. Efectos de la contaminación sonora

Los efectos que consigna la contaminación sonora son variados teniendo efectos negativos en la salud fisiológica, psicológica de las personas, además en el normal desarrollo adecuado de las comunicaciones, en adelante se presenta los efectos más resaltantes que tiene la contaminación sonora.

- **Problemas de audición**

Cualquier sonido no deseado que nuestros oídos no hayan sido diseñados para filtrar puede causar problemas en el cuerpo, ya que nuestros oídos pueden recibir un cierto rango de sonidos sin dañarse, es así que los ruidos producidos por el hombre, como martillos neumáticos, bocinas, maquinaria, aviones e incluso vehículos pueden ser demasiado ruidosos para nuestro rango de audición entonces la exposición constante a altos niveles de ruido puede fácilmente dañar el tímpano y la pérdida de audición progresiva, también reduce nuestra sensibilidad a los sonidos que nuestros oídos captan inconscientemente para regular el ritmo de nuestro cuerpo (Sajeda, 2018).

- **Problemas de salud psicológica**

La excesiva contaminación acústica en áreas de trabajo como oficinas, hospitales, centros de estudios, mercados, sitios de construcción, bares e incluso en nuestros hogares puede influir en la salud psicológica. Los estudios demuestran que, la aparición de conductas agresivas, la alteración del sueño, el estrés constante, la fatiga y la hipertensión pueden estar relacionadas con niveles de ruido excesivos, estos a su vez pueden causar problemas de salud más graves y crónicos en el futuro (Van y Davies, 2008).

- **Trastornos del sueño**

El ruido fuerte sin duda puede obstaculizar su patrón de sueño y puede provocar irritación y situaciones incómodas, una noche en la que la persona no tenga un sueño adecuado puede ocasionar problemas relacionados con la fatiga y su rendimiento puede disminuir tanto en la oficina como en el hogar. Por lo tanto, es recomendable tomar un sueño profundo para que su cuerpo descanse adecuadamente (Helperin, 2014).

- **Problemas cardiovasculares**

Los niveles de presión arterial, enfermedad cardiovascular y problemas cardíacos relacionados con el estrés están en aumento, los estudios sugieren que el ruido de alta intensidad causa presión arterial alta y aumenta la frecuencia de latidos del corazón al interrumpir el flujo sanguíneo normal, estos problemas cardiovasculares tienen efecto importante en personas de todas las edades, sin embargo esta problemática es observado con mayor claridad en los adultos y adultos mayores (Rosen y Olin, 1965).

- **Problemas de comunicación**

El ruido de nivel alto puede causar problemas y es posible que no permita que dos personas se comuniquen libremente esto puede llevar a malentendidos y puede ser difícil entender a la otra persona el ruido constante y agudo puede provocarle fuertes dolores de cabeza y alterar el equilibrio emocional, de esta forma afectando a una actividad importante en una sociedad como lo es la comunicación (Sivaramanam, 2015).

2.1.10.3. *Estándares de calidad ambiental para ruido*

Los estándares establecidos por el decreto supremo N° 085-2003-PCM del nivel de ruido o sonido permisible se pueden definir como los límites permisibles o medidas mínimas de ruido para un determinado espacio y tiempo establecido de acuerdo a las exigencias de las normas nacionales de protección de la salud de las personas. En ese sentido, los niveles de ruido también tienen estándares de naturaleza obligatoria es así que la implementación de los estándares de ruido y con más importancia su cumplimiento es indispensable para evitar los efectos negativos de la contaminación sonora (Egusquiza, et al., 2016)

Son aquellos que consideran los niveles máximos de ruido en el ambiente exterior, los cuales no deben excederse a fin de proteger la salud humana. De esta forma, se debe conminar a las entidades encargadas de la gestión ambiental a desarrollar actividades de vigilancia y control, así como al diseño de sistemas metódicos que cuantifiquen el impacto que se genera, con el propósito de establecer las medidas de regulación e intervención requeridas para mitigar y controlar sus efectos sobre la ciudad expuesta, siendo así Huancavelica una de las pocas ciudades que desarrollan un proyecto de este tipo de una u

otra forma incentivar a nivel nacional para que se tome en cuenta esta contaminación que también es de suma importancia por los daños que causan a lo largo del tiempo

La sostenibilidad y mejoramiento continuo de la cantidad y calidad de los recursos naturales y del ambiente en el área de jurisdicción se protege a través de un Seguimiento y control, Planificación, Administración y Manejo Ambiental y Educación Ambiental. (Andaluz, 2010)

2.1.10.3.1. Marco normativo

El derecho de las personas a un ambiente limpio y saludable para el desarrollo pleno de la vida se encuentra reglamentado en la Constitución Política, su artículo 2° numeral 22), por medio del cual se brinda los lineamientos para regular las acciones humanas que tengan relación con el medio ambiente y su salvaguardo (Neira, 2008).

2.1.10.3.2. Ley General del Ambiente Ley N° 26811

La ley General del Ambiente en su artículo 115° indica las responsabilidades que las autoridades sectoriales tienen para normar y brindar lineamientos para controlar de forma autónoma la contaminación sonora las cuales también son aplicables a los gobiernos regionales y locales los mismo, sin embargo, deberán estar bajo los lineamientos de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Además, a ello el D.S. N° 085-2003-PCM, el cual se encarga de brindar los estándares para los niveles permisibles del ruido y los lineamientos para asegurar mantener la contaminación sonora dentro de dichos límites (Merino, y otros, 2003).

De acuerdo al D.S. N° 085-2003-PCM, también define las zonas en la que será aplicable a los estándares que establece dicho D.S. N° 085-2003-PCM (Merino, y otros, 2003), siendo así que las zonas son las que siguen:

- Zona de protección especial
- Zona mixta
- Zona industrial
- Zona comercial

- Zona residencial

De acuerdo a esta división de las zonas en la que es aplicable el D.S. N° 085-2003-PCM, se desarrolló los parámetros en la que se muestran los estándares permisibles para evitar daños a las personas y el medio ambiente a causa de la contaminación sonora (Merino, y otros, 2003).

Tabla 3
Niveles máximos permisibles

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

Fuente: Anexo N° 1 del D.S. N° 085-2003-PCM

2.1.10.4. Medición del ruido

2.1.10.4.1. Sonómetro

Arias (2006) El sonómetro es un instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora (de los que depende la amplitud y, por tanto, la intensidad acústica y su percepción, sonoridad). En concreto, el sonómetro mide el nivel de ruido que existe en determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio. Si no se usan curvas ponderadas (sonómetro integrador), se entiende que son (dB SPL).

Cuando el sonómetro se utiliza para medir lo que se conoce como contaminación acústica (ruido molesto de un determinado paisaje sonoro) hay que tener en cuenta qué es lo que se va a medir, pues el ruido puede tener multitud de causas y proceder de fuentes muy diferentes. Para hacer frente a esta gran variedad de ruido ambiental (continuo, impulsivo, etc.) se han creado sonómetros específicos que permitan hacer las mediciones de ruido pertinentes. En los sonómetros la medición puede ser manual, o bien, estar programada de

antemano. En cuanto al tiempo entre las tomas de nivel cuando el sonómetro está programado, depende del propio modelo. Algunos sonómetros permiten un almacenamiento automático que va desde un segundo, o menos, hasta las 24 horas. Además, hay sonómetros que permiten programar el inicio y el final de las mediciones con antelación. La norma IEC 60651 y la norma IEC 60804, emitidas por la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), establecen las normas que han de seguir los fabricantes de sonómetros. Se intenta que todas las marcas y modelos ofrezcan una misma medición ante un sonido dado. La CEI también se conoce por sus siglas en inglés: IEC (International Electrotechnical Commission), por lo que las normas aducidas también se conocen con esta nomenclatura: IEC 60651 (1979) y la IEC 60804 (1985). A partir del año 2003, la norma IEC 61.672 unifica ambas normas en una sola. Además, en todos los países las normas clasifican los sonómetros en función de su grado de precisión. Se establecen 4 tipos en función de su grado de precisión. De más a menos:

- Sonómetro de clase 0: Se utiliza en laboratorios para obtener niveles de referencia.
- Sonómetro de clase 1: Permite el trabajo de campo con precisión.
- Sonómetro de clase 2: Permite realizar mediciones generales en los trabajos de campo.
- Sonómetro de clase 3: Es el menos preciso y sólo permite realizar mediciones aproximadas, por lo que sólo se utiliza para realizar reconocimiento.

2.1.10.4.2. Micrófono de medición

Los micrófonos de medición están diseñados para que su respuesta de frecuencia sea ultra plana, y no coloreen el sonido en ningún punto del espectro, este diseño especial los hace mucho más costosos y su diafragma es más delicado que el de los originales.

2.1.10.4.3. Calibradores

Los calibradores son dispositivos creados generalmente para reproducir un tono de 1 kHz a 94 dB tienen forma cilíndrica y una cavidad donde el micrófono de medición entra para ser calibrado, la función que cumple es la de ser la referencia para poder calibrar un

sonómetro o sistema de medición en 94 dB para poder realizar la medición con valores reales en dBs.

2.1.10.4.4. Señales

Son los tipos de ondas o espectros que necesitamos para poder llevar a cabo las distintas mediciones acústicas, de ellas podemos encontrar, señales impulsivas: este tipo de señal es el más utilizado para medir tiempo de reverberación. Lo que se busca es un fuerte sonido que contenga todo el espectro sonoro pero que se extinga lo más rápido posible en el tiempo, este sonido lo podemos obtener inflando un globo y estallándolo, con una pequeña explosión como la que causa una pistola o con un delta de Dirac que es una señal generada matemáticamente y electrónicamente para que suene como una señal impulsiva.

2.1.10.4.5. Fuentes

Las fuentes son las que emiten las señales o ruidos necesarios para las mediciones existen de varios tipos algunas se ajustan a un tipo de señal más que otras.

Dodecaedro. Esta es una de las fuentes más usadas porque intenta recrear una fuente esférica, una fuente que irradia energía en todas las direcciones. Consiste en una caja en forma dodecaedro que en cada uno de sus lados tiene un parlante muy plano por lo complejo de su diseño y construcción esta fuente puede llegar a ser muy costosa. Este tipo de fuentes las usan las empresas y laboratorios de mediciones acústicas.

2.1.11. Métodos de interpolación de niveles de presión sonora

2.1.11.1. Inverse Distance Weighting (IDW)

Este método de interpolación usa una función inversa de la distancia, parte del supuesto de que las cosas que están más cerca son más parecidas por lo que tienen más peso e influencia sobre el punto a estimar, matemáticamente es expresado de la forma:

$$Z(S_0) = \sum_i^N \frac{1}{\lambda_i} \times Z(S_i)$$

En donde:

- $Z(S_0)$ es el valor que debemos predecir.
- N es el valor del número de muestras alrededor del punto a predecir

- λ_i son los pesos asignados a cada punto vecino y
- $Z(S_i)$ son los valores medidos (Murillo, Ortega, Carrillo, Pardo, Rendón, 2012).

2.1.11.2. *Kriging*

Este método está basado en autocorrelación espacial de las variables, es un estimador lineal insesgado que busca generar superficies continuas a partir de puntos discretos, Asume que la media es constante, aunque sea desconocida y que las variables son estacionarias y no tienen tendencia, permite la transformación de los datos, eliminación de las tendencias y a su vez proporciona medidas de error (Murillo y Ortega, 2012).

2.2. Definición de términos

- Acústica.-** “En el área de la física es la energía mecánica en forma de ruido, vibraciones, trepidaciones, infrasonidos, sonidos y ultrasonidos medidos por un sonómetro” (Presidencia del Consejo de Ministros, 2003, pág. 3).
- Barreras acústicas.-** “Dispositivos que interpuestos entre la fuente emisora y el receptor atenúan la propagación aérea del sonido, evitando la incidencia directa al receptor” (Presidencia del Consejo de Ministros, 2003, pág. 3).
- Calibrador acústico.-** De acuerdo con las directrices del Ministerio del Ambiente, el calibrador acústico es un instrumento esencial de alta precisión que emite un nivel de presión sonora estable a una frecuencia determinada. Su función principal es verificar la sensibilidad del sonómetro antes y después de cada jornada de medición, asegurando que los datos recolectados sean fiables y reflejen con exactitud la fuente sonora evaluada. Este procedimiento, conocido como calibración de campo, es obligatorio para garantizar la validez legal y técnica de los monitoreos, ya que permite descartar desviaciones en el equipo o la presencia de ruidos filtrados que podrían falsear los resultados finales. (Ministerio del Ambiente, 2013)
- Contaminación sonora.-** “Presencia en el ambiente exterior o en el interior de las edificaciones, de niveles de ruido que generen riesgos a la salud y al bienestar humano” (Presidencia del Consejo de Ministros, 2003, pág. 3).
- Decibel (dB).-** “Unidad adimensional utilizada para manifestar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia, de esta forma, el decibel es

usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora” (MINAM, 2013, pág. 5)

- f) **Decibel A dB (A).**- “Viene a ser el nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A” (MINAM, 2013, pág. 5).
- g) **Emisión de ruido.**- “Se conoce a la generación de ruido por parte de una fuente o conjunto de fuentes dentro de un área definida y/ delimitada, en la cual se desarrolla una actividad determinada” (MINAM, 2013, pág. 5).
- h) **Estándares de Calidad Ambiental para Ruido.**- Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) son los indicadores que establecen los niveles máximos de ruido permitidos en el aire de un entorno específico, con el propósito de salvaguardar la salud pública y asegurar un ambiente equilibrado. A diferencia de los límites aplicados a fuentes directas, los ECA miden la calidad del aire receptor en diversas zonas —como residenciales, comerciales o industriales— y varían según el horario diurno o nocturno. El cumplimiento de estos estándares es una meta de gestión del Estado peruano, sirviendo como parámetro para el diseño de políticas públicas, la planificación urbana y el monitoreo ambiental preventivo. (Perú. Presidencia del Consejo de Ministros., 2003)
- i) **Fuente emisora de ruido.**- “Es toda actividad, circunstancia, proceso o dispositivo que genere, o pueda emanar, emisiones de ruido hacia el exterior” (MINAM, 2013, pág. 5).
- j) **Horario diurno.**- “Período comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas” (Presidencia del Consejo de Ministros, 2003, pág. 3)
- k) **Horario nocturno.**- “Período comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente estipulado en el decreto supremo N° 085-2003-PCM” (Presidencia del Consejo de Ministros, 2003, pág. 3).
- l) **Límites Máximos Permisibles (LMP):** establecidos por el MINAM representan la medida de la concentración o grado de elementos físicos, químicos o biológicos presentes en las emisiones o vertimientos generados por una actividad específica. A diferencia de los estándares de calidad ambiental, los LMP se aplican directamente en el punto de emisión (como el escape de un vehículo o la chimenea de una fábrica), y su cumplimiento es exigible legalmente por los organismos de fiscalización. El objetivo de estos parámetros es asegurar que las descargas al ambiente no superen niveles que pongan en riesgo la salud humana o la integridad de los ecosistemas, obligando a los

administrados a implementar tecnologías de control y mitigación en sus fuentes operativas. (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2017)

- m) **Monitoreo**-. “Acto de medir y conseguir datos en forma establecida de los parámetros ya sean físicos, químicos, microbiológicos u otros que inciden o modifican la calidad del entorno” (MINAM, 2013, pág. 5).
- n) **Nivel de presión sonora (NPS)**-. “Es el valor hallado igual a veinte veces el logaritmo del cociente entre la presión sonora y una presión referencial de 20 micro pascales” (MINAM, 2013, pág. 5).
- o) **Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (LAeqT)**-. “Es el grado de presión sonora persistente, manifestado en decibels A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), posee la misma energía total que el sonido medido” (MINAM, 2013, pág. 5)
- p) **Nivel de presión sonora máxima (Lmax ó NPS MAX)**-. “Viene a ser el máximo nivel de presión sonora o utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un periodo de medición dado” (MINAM, 2013, pág. 6).
- q) **Nivel de presión sonora mínima (Lmin ó NPS MIN)**-. “Es el mínimo nivel de presión sonora reconocido utilizando la curva ponderada A (dBA) en el periodo de medición dado” (MINAM, 2013, pág. 6).
- r) **Nivel de presión sonora corregido (NPC)**-. “Es el nivel de presión sonora el cual resulta de las correcciones o modificaciones establecidas en la presente norma” (MINAM, 2013, pág. 6).
- s) **Mapa de ruido**: Un mapa de ruido es una herramienta de gestión ambiental que permite visualizar e identificar los niveles de ruido presentes en un lugar. Si bien existen varias metodologías para elaborar un mapa de ruido, la más usual actualmente es mediante un software de predicción de niveles de ruido, al cual se le incorporan las variables urbanísticas y la información del tránsito de transporte terrestre, la cual se considera la principal fuente de ruido ambiental en una ciudad. (Ministerio del Medio Ambiente (MMA), s.f.)
- t) **Receptor**-. “Persona, población, asentamientos, entre otros los cuales vendrían a ser afectadas por el ruido” (MINAM, 2013, pág. 6).

- u) **Ruido-**. “Sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas” (MINAM, 2013, pág. 6).
- v) **Ruido ambiental-**. “Todos aquellos sonidos que pueden provocar molestias fuera del recinto o propiedad que contiene a la fuente emisora ya sea puntual o de área” (MINAM, 2013, pág. 6).
- w) **Ruido de fondo o residual-**. Se le conoce ruido de fondo o residual a todo ruido generado por fuentes ya sean producidas a una distancia cercana o lejana, las cuales no forman parte del objeto de medición. El ruido residuos también fue definido por la NTPISO 1996-1, en donde menciona que es el ruido que permanece en una posición y situación dada, cuando los ruidos específicos bajo consideración son omitidos (MINAM, 2013, pág. 6).
- x) **Ruido estable-**. “El ruido estable viene a ser todo aquel que se da mediante fluctuaciones del nivel de presión sonora las cuales pueden ser iguales o menores a 5 dB de ponderación (A), en un tiempo de visualización de un minuto” (MINAM, 2013, pág. 6).
- y) **Ruido fluctuante-**. “El ruido fluctuante a diferencia del ruido estable, este presenta niveles de ruidos superiores 5 dB(A), visualizado en un tiempo igual sesenta segundos equivalentes a un minuto” (MINAM, 2013, pág. 6).
- z) **Sonido-**. “Energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición” (MINAM, 2013, pág. 6).
- aa) **Sonómetro-**. Según la Real Academia Española (RAE), un sonómetro es un instrumento utilizado para medir y comparar los sonidos e intervalos musicales. Se trata de un medidor acústico portátil que captura la presión sonora y la expresa comúnmente en decibelios (dB) (Real Academia Española, s.f.)
- bb) **Sonómetro integrador-**. “Son sonómetros que tienen la capacidad de poder medir el nivel continuo equivalente LAeqT., e incorporan funciones para la transferencia de datos al ordenador, cálculo de percentiles, y algunos análisis en frecuencia” (MINAM, 2013, pág. 6).

cc) **Superficies reflectantes**-. “Superficie que no absorbe el sonido, más bien lo refleja y altera su dirección en el espacio” (MINAM, 2013, pág. 6).

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipotesis general

El tránsito vehicular influye significativamente en los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica, 2026.

2.3.2. Hipotesis específica

- El volumen vehicular influye significativamente en el nivel equivalente continuo de ruido (LAeq) en el centro urbano de Huancavelica, 2026.
- El porcentaje de vehículos pesados influye significativamente en el nivel máximo de ruido (Lmax) en el centro urbano de Huancavelica, 2026.
- La velocidad promedio vehicular influye significativamente en el nivel mínimo de ruido (Lmin) en el centro urbano de Huancavelica, 2026.
- El volumen, la composición y la velocidad vehicular explican conjuntamente y de manera significativa la variabilidad de los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica, 2026.

2.4. Identificación de variables

2.4.1. Definición conceptual de la variable

Ruido ambiental: El ruido se define como cualquier sonido indeseable que, dependiendo de su intensidad, frecuencia, duración y origen, puede generar impactos negativos en los individuos y en la sociedad en general. Este tipo de sonido no solo produce molestias, sino que también puede desencadenar efectos adversos en la salud humana, tales como alteraciones del sueño, estrés, pérdida auditiva, hipertensión y problemas cardiovasculares. Además, el ruido excesivo afecta el bienestar de la comunidad y puede

generar repercusiones negativas en el ambiente, alterando la fauna urbana, la calidad de vida de los habitantes y la funcionalidad de los ecosistemas urbanos. Por lo tanto, el control y la gestión de los niveles de ruido se convierten en elementos esenciales para la protección de la salud pública y la sostenibilidad ambiental (Moya, 2003, pág. 13).

2.5. Operacionalización de la variable

Tabla 4

Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad	Escala	Instrumento
Variable independiente Tránsito vehicular	Volumen vehicular	Número de vehículos por hora	veh/h	Razón	Ficha de aforo vehicular
	Composición vehicular	% vehículos pesados	%	Razón	Ficha de clasificación
		% vehículos livianos	%	Razón	Ficha de clasificación
	Velocidad de circulación	Velocidad promedio	km/h	Razón	Radar o medición técnica
Variable dependiente Niveles de ruido ambiental	Nivel equivalente continuo	LAeq	dB(A)	Razón	Sonómetro Clase 1
	Nivel máximo	Lmax	dB(A)	Razón	Sonómetro Clase 1
	Nivel mínimo	Lmin	dB(A)	Razón	Sonómetro Clase 1

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Ámbito espacial y temporal

3.1.1. Ambito espacial

El ámbito espacial de la investigación comprende la Ciudad Universitaria de Paturpampa, ubicada en el distrito de Huancavelica, provincia y departamento de Huancavelica, donde se desarrolló el estudio relacionado con la evaluación de la distribución espaciotemporal del ruido ambiental mediante métodos geoestadísticos durante el año 2024. Este espacio fue considerado debido a la presencia de actividades académicas, administrativas y

La investigación se desarrollará en el centro urbano de Huancavelica, provincia y departamento de Huancavelica, Perú, específicamente en las principales vías y sectores urbanos donde se concentre un mayor flujo de tránsito vehicular y, por consiguiente, exista potencial influencia sobre los niveles de ruido ambiental. El ámbito espacial comprenderá los corredores viales y puntos estratégicos seleccionados dentro del área urbana central, considerando criterios como intensidad del tránsito vehicular, composición vehicular, velocidad de circulación, características de la vía, presencia de actividades comerciales y concentración de población. En cada punto de monitoreo se registrará el nivel de presión

sonora ambiental mediante un sonómetro de clase 1 debidamente calibrado, conjuntamente con la información correspondiente al volumen, composición y velocidad del tránsito vehicular. Asimismo, los puntos de medición serán georreferenciados mediante GPS y posteriormente representados espacialmente mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica, como **ArcGIS**, con la finalidad de integrar la información obtenida en campo y generar una representación espacial de los niveles de ruido. La delimitación del ámbito permitirá establecer una base espacial homogénea para aplicar el modelo estadístico de regresión lineal múltiple y determinar en qué medida las características del tránsito vehicular explican la variabilidad de los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica durante el año 2026.

3.1.2. Ambito temporal

La investigación se desarrollará durante el año 2026, comprendiendo el periodo establecido para la planificación, ejecución del trabajo de campo, procesamiento, análisis e interpretación de los datos relacionados con el tránsito vehicular y los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica. El periodo de recolección de información se concentrará en los días y horarios previamente establecidos en el protocolo de monitoreo, considerando diferentes momentos de circulación vehicular con la finalidad de obtener registros representativos del comportamiento del tránsito y de los niveles de presión sonora ambiental. Durante este periodo se efectuarán mediciones del volumen, composición y velocidad del tránsito vehicular, así como de los indicadores acústicos **LAeq, Lmax y Lmin**, procurando mantener condiciones metodológicas homogéneas en los puntos seleccionados. Posteriormente, la información recopilada será sometida a procesos de depuración, organización y análisis estadístico, para finalmente desarrollar la modelación de la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental. En consecuencia, el ámbito temporal comprende el periodo de ejecución de la investigación durante el **2026**, desde las actividades preparatorias y el levantamiento de información hasta el procesamiento, análisis e interpretación de los resultados y la elaboración del informe final.

3.2. Métodos de Investigación

3.2.1. Tipo de investigación

Aplicada: Está diseñada para resolver problemas prácticos del mundo moderno en lugar de adquirir conocimiento por el bien del conocimiento, así entonces se podría decir que el objetivo del científico aplicado es mejorar la condición humana o tomar casos reales de la cotidianidad de una sociedad en particular (Bickman y Rog 2008).

La investigación será de tipo aplicada, debido a que estará orientada a utilizar conocimientos científicos, técnicas de medición y procedimientos estadísticos para abordar una problemática ambiental concreta: la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica. El estudio buscará generar conocimiento con utilidad práctica mediante la evaluación de la variable independiente tránsito vehicular, considerando las dimensiones volumen vehicular, composición vehicular y velocidad de circulación, y de la variable dependiente niveles de ruido ambiental, mediante los indicadores LAeq, Lmax y Lmin. De esta manera, la investigación permitirá obtener evidencia cuantitativa sobre el comportamiento de ambas variables en el área de estudio.

Asimismo, el carácter aplicado se sustentará en la modelación estadística de la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental, empleando regresión lineal simple para analizar las relaciones específicas entre las dimensiones del tránsito y los indicadores acústicos, y regresión lineal múltiple para evaluar su efecto conjunto. Para ello, se utilizarán la prueba F global, la prueba t de Student, el coeficiente de determinación R^2 y el R^2 ajustado, según corresponda. Los resultados permitirán construir un modelo estadístico que contribuya a explicar y predecir la variabilidad de los niveles de ruido ambiental en función de las características del tránsito vehicular, proporcionando información técnica que pueda servir como soporte para la evaluación, control y gestión del ruido ambiental urbano en Huancavelica durante el año 2026.

3.2.2. Nivel de investigación

La investigación tendrá un nivel explicativo, debido a que estará orientada no solo a describir el comportamiento del tránsito vehicular y de los niveles de ruido ambiental, sino también a explicar en qué medida el tránsito vehicular influye sobre los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica, 2026. El nivel explicativo busca establecer relaciones entre las variables estudiadas y proporcionar una explicación del fenómeno analizado, permitiendo identificar los factores que contribuyen a su comportamiento. En este sentido, la investigación analizará la influencia de la variable independiente, tránsito vehicular, sobre la variable dependiente, niveles de ruido ambiental, considerando las dimensiones e indicadores definidos en la operacionalización de variables (Hale, 2018).

La investigación será de nivel explicativo, debido a que estará orientada a determinar y explicar en qué medida el tránsito vehicular influye sobre los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica, 2026. El estudio buscará identificar la influencia de las dimensiones del tránsito vehicular, correspondientes al volumen vehicular, la composición vehicular y la velocidad de circulación, sobre los niveles de ruido ambiental, expresados mediante LAeq, Lmax y Lmin. Para ello, se emplearán modelos de regresión lineal simple y múltiple que permitirán determinar la influencia individual y conjunta de las variables, utilizando criterios estadísticos como la prueba F global, la prueba t de Student y el coeficiente de determinación R^2 . En consecuencia, el nivel explicativo permitirá trascender la descripción de las variables y establecer una explicación estadística de la variabilidad de los niveles de ruido ambiental en función de las características del tránsito vehicular.

3.3. Método de investigación

3.3.1. Método general

El método científico es un procedimiento sistematizado que busca determinar la solución a un problema para esta ser verificada o comprobada, para lo cual implica tener variables, instrumentos válidos y confiables, según el tipo de investigación (Niño V. M., 2011, pág. 27).

La investigación empleará el método científico como procedimiento general para desarrollar de manera sistemática, objetiva y ordenada el estudio sobre la influencia del tránsito vehicular en los niveles de ruido ambiental del centro urbano de Huancavelica, 2026. Su aplicación comprenderá la identificación y formulación del problema, el establecimiento de los objetivos, el planteamiento de las hipótesis, la definición y operacionalización de las variables, así como la planificación de los procedimientos para la obtención de información relacionada con el volumen, composición y velocidad del tránsito vehicular y los niveles de ruido ambiental.

Asimismo, el método científico permitirá desarrollar un proceso basado en la observación, medición, análisis, contrastación y comprobación de los resultados, procurando que las conclusiones sean sustentadas en evidencia obtenida directamente en el área de estudio. Los datos recopilados serán procesados mediante procedimientos estadísticos, empleando regresión lineal simple y regresión lineal múltiple para determinar la influencia individual y conjunta de las dimensiones del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental. De esta manera, la aplicación del método científico permitirá obtener resultados objetivos, verificables y coherentes con los objetivos e hipótesis planteados en la investigación.

3.3.2. Método específico

De acuerdo a Gómez (2002), el método inductivo es un procedimiento sistemático, el cual consiste de obtener resultados generales a partir de casos particulares “es el razonamiento que va de un grado o nivel bajo a un conocimiento de gran envergadura”.

La investigación empleará el método inductivo, debido a que partirá de la observación y análisis de casos particulares obtenidos directamente en los puntos de monitoreo del centro urbano de Huancavelica para establecer conclusiones generales sobre la influencia del tránsito vehicular en los niveles de ruido ambiental. Para ello, se recopilarán datos específicos relacionados con el volumen vehicular, la composición vehicular y la velocidad de circulación, así como los niveles de ruido ambiental expresados mediante LAeq, Lmax y Lmin. A partir del análisis de estas observaciones y mediciones se

identificarán patrones y relaciones que permitan comprender el comportamiento general del fenómeno estudiado.

Asimismo, el método inductivo permitirá analizar los resultados obtenidos en cada punto y periodo de monitoreo para posteriormente establecer inferencias sobre el comportamiento de las variables en el ámbito de estudio. La información será procesada mediante técnicas estadísticas, principalmente regresión lineal simple y regresión lineal múltiple, con la finalidad de determinar la influencia individual y conjunta de las características del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental. De esta manera, se partirá de evidencias particulares obtenidas en campo para formular conclusiones generales sustentadas en los resultados estadísticos de la investigación.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación no experimental, está basada en la no manipulación de variables las cuales van a ser estudiadas en la investigación. Por consiguiente, lo que pasa en este tipo de investigación es observar el fenómeno tal y como se encuentra en su contexto, para luego ser analizado (Cortes y Iglesias 2004, 3).

La investigación tendrá un diseño no experimental, transeccional y explicativo, debido a que las variables no serán manipuladas deliberadamente, sino que serán observadas y medidas en sus condiciones naturales dentro del centro urbano de Huancavelica. Se registrará el tránsito vehicular mediante el volumen, la composición y la velocidad de circulación, mientras que los niveles de ruido ambiental serán determinados mediante los indicadores LAeq, Lmax y Lmin.

Asimismo, será transeccional porque la recolección de datos se realizará durante un periodo determinado del año 2026. El diseño permitirá analizar la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental mediante modelos de regresión lineal simple y múltiple, con la finalidad de determinar la capacidad explicativa de las variables del tránsito sobre los niveles de ruido ambiental.

$$X \longrightarrow Y$$

Donde:

X: Tránsito vehicular

- Volumen vehicular
- Composición vehicular
- Velocidad de circulación

- **Y:** Niveles de ruido ambiental

- LAeq
- Lmax
- Lmin

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población es el conjunto o conglomerado de elementos, cosas o seres que compartían características ya sean infinitos o finitos, es así que este puede ser usado en el conjunto de familias objetos, empresas, personas, elementos etc. También fue denominado como todas las unidades de análisis en los que el trabajo de investigación tuvo intervención en un espacio temporal dado (Valderrama, 2002).

La población estará constituida por las vías y sectores del centro urbano de Huancavelica que presentan circulación vehicular y condiciones susceptibles de generar diferentes niveles de ruido ambiental. Se considerarán las características del tránsito vehicular, correspondientes al volumen, composición y velocidad de circulación, así como los niveles de ruido ambiental expresados mediante LAeq, Lmax y Lmin.

Tabla 5

Poblacion de estudio

Elemento	Descripción
Ámbito poblacional	Centro urbano de Huancavelica
Población	Vías y sectores con circulación vehicular
Fenómeno estudiado	Influencia del tránsito vehicular sobre el ruido ambiental
Unidad espacial	Punto de monitoreo
Variable independiente	Tránsito vehicular
Variable dependiente	Niveles de ruido ambiental

3.5.2. Muestra

La muestra fue considerada como parte representativa de la población valga decir que los componentes que integran esta muestra reflejaron las características de la población a la que hizo referencia esta se halló por medio de un muestreo que contempla medidas de confianza, varianza de los datos y la confiabilidad que esta tiene con respecto a su población a la que quiso inferir (Valderrama, 2002).

La muestra estará conformada por 20 puntos de monitoreo, tomando como referencia el antecedente desarrollado por Castillo y Yalli (2021), quienes utilizaron 20 puntos de monitoreo para evaluar los niveles de ruido ambiental producidos por el tránsito vehicular en el cercado de la ciudad de Huancavelica. En la presente investigación, los 20 puntos serán evaluados durante 7 días consecutivos, con la finalidad de obtener mediciones repetidas que permitan disponer de una base de datos adecuada para la modelación estadística.

Tabla 6

Muestra de la investigacion

Característica	Determinación
Puntos de monitoreo	20
Duración del monitoreo	7 días
Observaciones por punto	7
Total de observaciones	140
Tipo de muestreo	No probabilístico intencional
Unidad espacial	Punto de monitoreo
Unidad estadística	Registro diario de medición

La muestra estará conformada por 20 puntos de monitoreo ubicados estratégicamente en el centro urbano de Huancavelica, los cuales serán evaluados durante 7 días consecutivos, generando un total de 140 registros diarios de medición. En cada punto de monitoreo se realizará una medición de ruido ambiental durante 10 minutos, registrándose un dato por cada segundo, lo que permitirá obtener 600 registros instantáneos por punto y por jornada de monitoreo. De esta manera, considerando los 20 puntos y los 7 días de evaluación, se obtendrán 140 registros diarios de medición y, a nivel de las mediciones acústicas instantáneas, un total potencial de 84 000 registros de nivel sonoro ($20 \text{ puntos} \times 7 \text{ días} \times 10$

minutos $\times$ 60 segundos). Esta estructura permitirá disponer de una base de información amplia y temporalmente distribuida para caracterizar los niveles de ruido ambiental y desarrollar posteriormente la modelación estadística de su influencia en función del tránsito vehicular.

3.5.3. Muestreo

Según Niño (2011), el muestreo no probabilístico por conveniencia busca acceder a muestras de manera intencional en base a un criterio el cual sea conveniente para el estudio.

“Las muestras no probabilísticas, también conocidas como muestras dirigidas, en donde la selección de muestras es orientada por las características de la investigación más que teniendo en consideración un criterio estadístico”. (Hernandez, 2014, pág. 222).

El muestreo será de tipo no probabilístico por criterio, debido a que la selección de los puntos de monitoreo no se realizará mediante procedimientos aleatorios, sino considerando criterios técnicos establecidos de acuerdo con el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. En este sentido, los 20 puntos de monitoreo serán seleccionados considerando las características del área de estudio, la presencia y comportamiento del tránsito vehicular, la representatividad de las vías, las condiciones de seguridad y accesibilidad, así como las condiciones técnicas requeridas para garantizar mediciones adecuadas de los niveles de ruido ambiental. La aplicación de este tipo de muestreo permitirá seleccionar deliberadamente aquellos puntos que cumplan con los criterios establecidos en el protocolo y que sean pertinentes para evaluar la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

- Nivel de presión sonora

La observación: es necesario para determinar in situ los fenómenos, sujetos, objetos, contenidos, cualidades, comportamientos, interacciones, etc., el cual para llevarla a cabo

donde de ser planifica y considerada dentro del cronograma de recolección de datos (Niño V. M., 2011, pág.95).

La técnica de recolección de datos que se empleará en la investigación será la observación, debido a que permitirá registrar de manera directa y sistemática las características del tránsito vehicular y los niveles de ruido ambiental en los 20 puntos de monitoreo seleccionados del centro urbano de Huancavelica. Mediante esta técnica se observará y registrará el volumen vehicular, la composición vehicular y la velocidad de circulación, así como los niveles de presión sonora correspondientes a LAeq, Lmax y Lmin durante los periodos establecidos para el monitoreo. La información será obtenida directamente en el lugar donde ocurre el fenómeno, sin manipular las condiciones naturales del tránsito ni del ambiente acústico, garantizando que los datos recopilados sean objetivos y representativos de las condiciones reales del área de estudio.

3.6.2. Instrumentos

El instrumento principal para la recolección de datos de la variable niveles de ruido ambiental será el sonómetro, específicamente un sonómetro de Clase 1, debido a que permitirá realizar mediciones precisas y confiables de los niveles de presión sonora en los 20 puntos de monitoreo establecidos en el centro urbano de Huancavelica. El equipo permitirá registrar los niveles sonoros durante un periodo de 10 minutos en cada punto, obteniendo un registro cada segundo, lo que permitirá disponer de 600 registros por cada sesión de medición. A partir de estos registros se determinarán los indicadores acústicos LAeq, Lmax y Lmin, expresados en decibeles ponderados A, dB(A), los cuales constituirán los principales indicadores de la variable niveles de ruido ambiental.

Antes de iniciar cada jornada de monitoreo, el sonómetro será verificado y calibrado conforme a las especificaciones técnicas del fabricante y a los procedimientos establecidos para garantizar la confiabilidad de las mediciones. Durante el trabajo de campo, el equipo será instalado en condiciones adecuadas y en los puntos previamente seleccionados, procurando mantener criterios homogéneos de medición durante los siete días de monitoreo. Los datos registrados serán posteriormente transferidos y organizados en una base de datos para su procesamiento estadístico, análisis de los indicadores acústicos y construcción del

modelo matemático destinado a determinar la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de los datos se realizará mediante una base de datos estructurada en Microsoft Excel, donde se organizará la información obtenida durante los siete días de monitoreo en los 20 puntos seleccionados. (Belen & Cabrera, 2010, pág. 16).

Para cada registro se consignarán la fecha, hora, ubicación, volumen vehicular, composición vehicular, velocidad promedio y los niveles de ruido ambiental expresados mediante LAeq, Lmax y Lmin. Los datos registrados cada segundo durante los 10 minutos de medición serán procesados para obtener los indicadores acústicos correspondientes a cada sesión de monitoreo, realizando previamente la revisión, depuración, codificación y validación de la información para garantizar su consistencia y calidad.

Para el análisis estadístico se empleará el software RStudio. Inicialmente se realizará un análisis descriptivo de las variables mediante medidas de tendencia central y dispersión. Posteriormente, se evaluarán los supuestos estadísticos necesarios para la aplicación de los modelos de regresión, considerando normalidad, linealidad, independencia, homocedasticidad y ausencia de multicolinealidad. Cuando la naturaleza y distribución de los datos lo requieran, se emplearán transformaciones logarítmicas de las variables, con la finalidad de mejorar el cumplimiento de los supuestos del modelo y representar adecuadamente el comportamiento de los datos. Asimismo, podrán evaluarse modelos con transformación logarítmica de la variable dependiente o de las variables explicativas, seleccionando la formulación que presente mejor ajuste estadístico y coherencia con el comportamiento observado. Para los objetivos específicos se aplicará regresión lineal simple y para el objetivo general regresión lineal múltiple, considerando como variables explicativas el volumen vehicular, la composición vehicular y la velocidad de circulación, y como variables dependientes los indicadores LAeq, Lmax y Lmin. La significancia estadística se determinará mediante la prueba F global y la prueba t de los coeficientes, mientras que la capacidad explicativa y el ajuste de los modelos se evaluarán mediante R^2 y R^2 ajustado, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

La investigación empleará el análisis de regresión con la finalidad de construir un modelo matemático que permita explicar y estimar los niveles de ruido ambiental a partir de las características del tránsito vehicular. Para ello, se utilizarán como variables predictoras el volumen vehicular, la composición vehicular y la velocidad de circulación, mientras que como variables respuesta se considerarán los indicadores LAeq, Lmax y Lmin. Inicialmente se desarrollarán modelos de regresión lineal simple para evaluar la influencia individual de cada dimensión del tránsito vehicular y, posteriormente, se aplicará regresión lineal múltiple para construir un modelo matemático que incorpore simultáneamente las variables explicativas. En caso de ser necesario, se aplicarán transformaciones logarítmicas para mejorar el ajuste y cumplimiento de los supuestos estadísticos del modelo.

CAPÍTULO IV

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1. Potencial humano

El potencial humano para el desarrollo de la investigación estará conformado por la investigadora Dayanna Merino Huamani, quien será responsable de la planificación, ejecución, procesamiento, análisis e interpretación de los resultados del estudio, y contará con el acompañamiento académico y metodológico del asesor Dr. Wilfredo Saez Huamán, identificado con DNI N.º 23274838 y con código ORCID 0000-0002-1485-8273, cuya experiencia contribuirá a garantizar el rigor científico, la coherencia metodológica y el adecuado desarrollo de la investigación titulada “Modelación de la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica, 2026”.

4.2. Materiales y equipos

Tabla 7

Materiales y equipos

N.º	Material/Equipo	Cantidad	Descripción	Función	Observaciones
1	Sonómetro de clase 1	3	Dispositivo de medición de nivel de presión sonora con capacidad de registro continuo y calibración	Medir niveles de ruido ambiental en diferentes puntos de la universidad	Debe calibrarse antes y después de cada medición según protocolo

2	Calibrador de sonómetro	2	Equipo portátil para calibrar el sonómetro	Garantizar precisión y exactitud de las mediciones	Verificar calibración antes de cada jornada de monitoreo
3	Trípodes ajustables	6	Soporte para colocar sonómetros a altura estándar (1,2-1,5 m)	Asegurar estabilidad y altura uniforme de medición	Evitar interferencias de superficies y vibraciones
4	GPS portátil	3	Dispositivo de georreferenciación para registrar coordenadas exactas	Ubicar con precisión los puntos de monitoreo	Fundamental para elaborar mapas geoestadísticos
5	Laptop/Tablet	3	Equipo informático para registrar datos en tiempo real	Registrar mediciones y observaciones de campo	Debe contar con batería suficiente para jornada completa
6	Hojas de registro y checklist	20	Plantillas físicas para control de condiciones externas y fuentes de ruido	Apoyo para verificación de datos y control de calidad	Para anotar observaciones complementarias
7	Software ArcGIS 10.8	1	Software de análisis espacial y elaboración de mapas de ruido	Crear mapas de distribución espaciotemporal del ruido, aplicar Kriging, Spline e IDW	Requiere licencia válida
8	Microsoft Excel	1	Programa de hojas de cálculo	Organizar, tabular y realizar cálculos preliminares de datos	Compatible con exportación de ArcGIS y SPSS
9	SPSS / R	1	Software de análisis estadístico	Realizar pruebas de hipótesis, correlaciones y análisis de datos	Usado para T de Student y análisis descriptivo
10	Reloj y cronómetro	3	Instrumentos para control de tiempo de medición	Registrar intervalos de monitoreo y horarios de toma de datos	Debe estar sincronizado con horarios oficiales
11	Chalecos reflectantes	5	Equipo de seguridad para personal de campo	Identificación y protección del equipo durante monitoreo	Obligatorio para trabajar en vías internas y zonas concurridas
12	Cintas de demarcación	10	Material para delimitar puntos de medición	Evitar interferencias de personas o vehículos durante la medición	Marcar claramente cada punto de monitoreo
13	Bolsas o fundas protectoras	5	Cubiertas para proteger equipos de lluvia o polvo	Evitar daño a los equipos y garantizar continuidad de medición	Especialmente para días de lluvia o polvo

4.3. Cronograma de actividades

Tabla 8

Cronograma de actividades

Mes / Actividad	Julio 2026	Agosto 2026	Setiembre 2026	Octubre 2026	Noviembre 2026	Diciembre 2026
1. Elaboración del marco teórico	•	•				
2. Formulación del problema y objetivos	•					
3. Elaboración de la matriz de consistencia	•	•				
4. Revisión de normativas y protocolos	•	•				
5. Planificación de puntos de monitoreo	•	•				
6. Capacitación del personal de campo		•				
7. Monitoreo de ruido ambiental		•	•			
8. Registro y verificación de datos			•			
9. Procesamiento y análisis de datos (Kriging, Spline, IDW)			•	•		
10. Prueba de hipótesis (T de Student)				•		
11. Elaboración de resultados y discusión				•	•	
12. Elaboración del informe final de tesis					•	•
13. Revisión con asesor y ajustes finales					•	•
14. Presentación de la tesis						•
15. Sustentación ante jurado						•

4.4. Presupuesto

Tabla 9

Presupuesto de la investigación

Nº	Material/Equipo	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)	Observaciones
1	Alquiler de sonómetro de clase 1 (calibrado)	3	100	300	Alquiler por todo el periodo de monitoreo
2	Trípodes ajustables (alquiler)	3	20	60	Para medición a altura estándar
3	GPS portátil (alquiler)	3	50	150	Para georreferenciación de puntos

4	Hojas de registro y checklist	20	15	300	Para el registro de mediciones en campo
5	Reloj y cronómetro	3	100	300	Control de intervalos de medición
6	Chalecos reflectantes	5	80	400	Para la seguridad del personal en áreas de tráfico
7	Casco de seguridad	5	50	250	Protección en áreas de monitoreo con riesgo físico
8	Cintas de seguridad para delimitar y proteger el sonómetro	10	10	100	Para evitar que personas o vehículos alteren las mediciones
9	Guantes de protección	5	20	100	Para manipulación de equipos y materiales
10	Bolsas o fundas protectoras	5	50	250	Protección de equipos ante lluvia/polvo
11	Recursos humanos (apoyo en monitoreo)	5	30/día	1,500	5 personas durante 10 días de campo

La investigación contará con un presupuesto total de S/ 3,710.00, destinado a cubrir los recursos materiales, equipos y recursos humanos necesarios para el desarrollo de las actividades de campo. Este presupuesto comprende el alquiler de tres sonómetros de clase 1 calibrados por un monto de S/ 300.00, tres trípodes ajustables por S/ 60.00, tres GPS portátiles por S/ 150.00, hojas de registro y checklist por S/ 300.00, relojes y cronómetros por S/ 300.00, cinco chalecos reflectantes por S/ 400.00, cinco cascos de seguridad por S/ 250.00, cintas de seguridad por S/ 100.00, guantes de protección por S/ 100.00 y bolsas o fundas protectoras por S/ 250.00. Asimismo, se considera S/ 1,500.00 para recursos humanos de apoyo en el monitoreo, correspondiente a cinco personas durante diez días de trabajo de campo. Estos recursos permitirán garantizar el adecuado desarrollo del monitoreo de los niveles de ruido ambiental y el registro de las características del tránsito vehicular, asegurando condiciones apropiadas de seguridad, organización, georreferenciación y control durante la recopilación de datos.

4.5. Financiamiento

El financiamiento de la presente investigación será **autofinanciado**, asumiendo la totalidad de los costos por parte de la tesista, incluyendo alquiler de equipos, materiales, desplazamiento, recursos humanos de apoyo y demás gastos asociados al desarrollo de las actividades de monitoreo, procesamiento de datos, elaboración del informe final y sustentación de la tesis. Esto garantiza la independencia económica del proyecto y la disponibilidad inmediata de los recursos necesarios para la ejecución eficiente de la investigación.

Referencias bibliográficas

- Abdmouleh, M. A., & Dahech, S. (2024). Spatio-temporal variation of noise pollution in South Paris during and outside the COVID-19 lockdowns. Scientific reports. Obtenido de https://www.nature.com/articles/s41598-024-51305-2?utm_source=chatgpt.com
- Ahmed, U., Ali, F., & Jennions, I. (2021). Revisión de fallas, diagnósticos y mediciones acústicas de unidades de potencia auxiliares de aeronaves. *Avances en las ciencias aeroespaciales*, 124.
- Amable, I., Méndez, J., Delgado, L., Acebo, F., Mestre, J. d., & Rivero, M. (2017). *Contaminación ambiental por ruido*.
- Andrade, R. (24 de 04 de 2024). *La contaminación sonora y su impacto en el Perú*. Obtenido de Clima de cambios PUCP: https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/la-contaminacion-sonora-y-su-impacto-en-el-peru/?utm_source=chatgpt.com
- Asto Ñahuinripa, C. O., & Rosas García, R. J. (2019). *Niveles de contaminación sonora en las I.E de nivel secundario de los distritos de Huancavelica y Ascención, año 2018*. Huancavelica.
- Bautista Zuñiga, F. (1999). *Introduccion al estudio de la contaminacion del suelos por metales pesados*. Mexico: Universidad Autonoma de Yucatan.
- Belen , M., & Cabrera, A. (2010). *Procesamiento de datos y analisis estadistico utilizando el SPSS*. Porto Alegre: Pontificia Universidade Catolica do Rio Grande do Sul.
- Bickman, L., & Rog, D. (2008). *Applied Research Design*. SAGE Publishing.
- Castillo, V., & Yalli, K. A. (2021). *Nivel de ruido ambiental producido por el tránsito de vehículos y la percepción de las personas en el cercado de la ciudad de Huancavelica - 2019*. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Cortes, M. E., & Iglesias, M. (2004). *Generalidades sobre metodologia de la investigacion*. El Carmen: Universidad Autonoma del Carmen.
- Cruzado Ancajima, C. K., & Soto Medina, Y. S. (2017). *Evaluación de la contaminación sonora vehicular basado en el Decreto Supremo N°085-2003-PCM Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Ruido realizado en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, 2016*. Tarapoto: Universidad Peruana Union.
- Cueto, J. L., Rivas , S., Hernandez, R., & Aranda, B. (2006). *Guia para la realizacion de mapas estrategicos de ruido*. Cadiz: Universidad de Cadiz.
- Davila Illatopa, C. R. (2023). *Modelo geoespacial del ruido ambiental en el casco urbano de la ciudad de Aucayacu*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA. Obtenido de file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/TS_CRDI_2023.pdf

- Delgadillo Mendoza, M. C. (2017). *Evaluación de Contaminación Sonora Vehicular en el centro de la ciudad de Tarapoto, provincia de San Martín 2015*. Tarapoto: Universidad Peruana Union.
- Erazo Trujillo, L. (2018). *Contaminación Acústica causada por los medios de transporte, perjudica el Derecho Constitucional del Buen Vivir de los residentes de la zona de Santa Clara del Distrito Metropolitano de Quito del 2015*. Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Espinal, Y., & Zelada, M. (2023). *Evaluación y elaboración de mapas de ruido en la zona urbana de Cajamarca durante el primer trimestre de 2023*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <file:///C:/Users/daron/Downloads/Espinal%20Guerrero,%20Yulisa%20y%20Zelada%20Tacilla,%20Maribel.pdf>
- Espinoza, B. C. (2023). *Nivel de contaminación sonora generado por el parque automotor de la ciudad de Bambamarca, Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional Autónoma de Chota. Obtenido de <https://repositorio.unach.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e31ec427-e6d2-4c74-81dd-1df826bf1d4f/content>
- Fajardo, C. (2014). *Teoría del ruido*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Fields, J. (2001). An Updated Catalog of 521 Social Surveys of Residents' Reactions to Environmental Noise (1943-2000). *National Aeronautics and Space Administration*.
- Foraster, M. (02 de Octubre de 2017). El ruido enferma y es un problema de salud pública. *EL PAÍS*, pág. 1.
- García Caballero, C. (2006). *Tratado de pediatría social*. España: Díaz de Santos, S.A.
- García Durán, M., & Martínez de la Cruz, H. (2021). *Evaluación del ruido ambiental en cuatro instituciones educativas de nivel primario en el área urbana del distrito de Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/items/cb2f3398-6a54-4e20-a24d-8700549d4c45>
- Gómez, S. (2002). *Metodología de la investigación*. México: Red tercer milenio S.C.
- Gonzales, M. M. (2022). *Evaluación de los niveles de contaminación acústica provocada por el tránsito vehicular alrededor del puente Independencia de la ciudad de Juliaca*. Juliaca: Universidad Privada San Carlos. Obtenido de <https://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/1109>
- GreenFacts. (s.f.). *Definición de Frecuencia del sonido*. Obtenido de GreenFacts: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/frecuenciasonido.htm>
- Guevara Rojas, W. (2015). *La contaminación acústica y su incidencia en el aprendizaje del séptimo año de educación básica del centro educativo "Leopoldo Lucero" del Cantón Lago Agrio*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Hale, J. (2018). The 3 Basic Types of Descriptive Research Methods. *PsychCentral*.

- Hernandez, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Punta de Santa Fe: S.A. DE C.V.
- Herrera Ponce, R. L. (2021). *Evaluación de impacto ambiental sonoro en la construcción de la carretera aeropuerto, Conchumayo, Churubamba, Huánuco – 2021*. Huanuco: Universidad de Huanuco. Obtenido de <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3405>
- Hogan, M., & Latshaw, G. (1973). The relationship between highway planning and urban noise. En *The Proceedings of the ASCE. Urban Transportation* (págs. 21-23). Chicago: American Society of Civil Engineers.
- Huaringa, D. (2016). *Contaminación sonora vehicular y de establecimientos nocturnos en el casco urbano de la villa de tocache*. Tingo Maria: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Hunashal, R., & Patil, Y. (2012). Assessment of noise pollution indices in the. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 448-457.
- III, M. d. (2010). *Efectos Extra Auditivos del ruido, salud. calidad de vida y rendimiento en el trabajo actuación en vigilancia de la salud*. Madrid.
- Jaramillo, A. (2007). *Acústica: La ciencia del sonido*. Fondo Editorial ITM.
- Jaureguiberry, M. (2017). *Teoría sobre la absorción y aislación de ruidos*. Lima: Laboratorio de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- King, E., Murphy, E., & McNabola, A. (2009). Reducing pedestrian exposure to environmental pollutants: A combined noise exposure and air quality analysis approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 309-316.
- Lee, D., Kim, G., & Han, W. (2017). Analysis of Subway Interior Noise at Peak Commuter Time. *Journal of audiology & otology*, 61-65.
- Licla, L. (2016). *Evaluación y Percepción social del ruido ambiental generado por el tránsito vehicular en la zona comercial del distrito de Lurín*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Mamani, J. (2017). *Evaluación de los niveles de ruido producido por el tráfico vehicular en la ciudad de puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Masum, M. H., Pal, S. K., Akhie, A. A., Ruva, I. J., Akter, N., & Nath, S. (2021). Spatiotemporal monitoring and assessment of noise pollution in an urban setting. *Elsevier*. Obtenido de <https://pdf.sciencedirectassets.com/778498/1-s2.0-S2667010021X00042/1-s2.0-S2667010021001979/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEC8aCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIHP1cCsopisG1pXVsDh9QwCeqT8XgTyxTdGs%2BmsSlnIAiBbUWakxeFOpBUMa1pS2dPRSFMGnvCXq6BXUP9z3dnUsi>
- Merino de Vega, M. (2016). *AudiOS: Estudios de ondas sonoras y audiometrías en entorno IOS*.
- MINAM, M. d. (2013). *Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental*. Lima.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2003). *Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*. Obtenido de Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA):

<https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sial-sialtrujillo/archivos/public/docs/5518.pdf>

- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2017). Límites Máximos Permisibles de Emisiones para Vehículos Automotores y Actividades Industriales. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (s.f.). *RUIDO-RUIDO AMBIENTAL*. Obtenido de RUIDO AMBIENTAL: <https://ruido.mma.gob.cl/temas/>
- Miyara, F. (2001). El sonido, la música y el ruido. *Revista Tecnopolitan*.
- Moya |, F. (2003). *Normas Ambientales para la proteccion contra el Ruido*. Republica Dominicana: Secretaria de estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Münzel, T., Schmidt, M., Steven, S., Herzog, M., Baiber, A., & Sorensen, M. (2018). Environmental Noise and the Cardiovascular System. *Journal of the American College of Cardiology*, 688-697.
- Muñoz, S., Salcedo, J., & Sotomayor, A. (2021). Contaminación ambiental producida por el tránsito vehicular y sus efectos en la salud humana: revisión de literatura. *Inventum*.
- Natorre, G. (2016). *Zonas críticas de contaminación acústica por tránsito vehicular en el distrito de los Olivos - Lima*. Tingo Maria: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Nieva, M. G. (2022). *Relación entre la percepción del ruido ambiental y los niveles de presión sonora del tránsito vehicular en el distrito de Tarma*. Tarma: Universidad Católica Sedes Sapientiae. Obtenido de <https://repositorio.ucss.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/22f5d2d6-a2f3-471d-9599-ee8d5ff330d1/content>
- Niño, V. M. (2011). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Ochoa Lopez, L. S. (2021). *Evaluación de niveles del ruido ambiental y ubicación de puntos de monitoreo en zona céntrica de la ciudad de Puno, 2021*. Puno: Universidad Privada San Carlos. Obtenido de <https://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC%20S.A.C./185>
- Ordoñez, J. (2022). Física del sonido.
- Ozer, S., Yilmaz, H., Yesil, M., & Yesil, P. (2009). Evaluation of noise pollution in the respect of landscape planning and solution proposals. *Scientific Research and Essay*, 1205-1212.
- Paulino, L., & Turpin, C. (2021). *Evaluación del ruido ambiental y su relación con la percepción auditiva en Av. Abancay - Lima Cercado, octubre 2021*. Tarma: Universidad San Ignacio de la Olaya. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5c53af4d-180f-40d6-8dad-e5e13aa3d0f9/content>
- Perillo, A., Mazzoni, L., Passos, L., Goulart, V., Duca, C., & Young, R. (2017). Anthropogenic noise reduces bird species richness and diversity in urban parks. *International Journal of Avian Science*, 638-646.

- Perú. Presidencia del Consejo de Ministros. (2003). Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano.
- Perú. Presidencia del Consejo de Ministros. (2003). Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano.
- Predrag, I., Dragana, N., & Ijljana, B. (2016). Traffic Noise Levels in the City of Banja Luka. *Quality of Life*, 20-26.
- Presidencia del Consejo de Ministros, P. (2003). *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*. Lima.
- Quispe, D. (2024). *Flujo vehicular y su influencia en la contaminación sonora dentro de la zona urbana de Huancavelica y Ascensión, 2023*. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Ramirez, A. y. (2011). *Medio ambiente el ruido vehicular urbano : problemática agobiante de los países en vías de desarrollo*. Colombia.
- Real Academia Española. (s.f.). *Diccionario de la lengua española (Edición del Tricentenario)*. Obtenido de RAE: <https://dle.rae.es/sonómetro>
- Salud, O. O. (s.f.). Publicaciones.
- Tafur Jiménez, L. A., & Castro Castro, C. A. (2008). Modelamiento del ruido ambiental con el apoyo de herramientas de Sistemas de Información Geográfica Modelamiento del ruido ambiental con el apoyo de herramientas de Sistemas de Información Geográfica. VI Congreso Iberoamericano de Acústica. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/317620485_Modelamiento_del_ruido_ambiental_con_el_apoyo_de_herramientas_de_Sistemas_de_Informacion_Geografica
- Tecnare Sound Systems. (2026). *Nivel de Presión Sonora (SPL): Qué es y Cómo Controlarlo*. Obtenido de Tecnare: <https://www.tecnare.com/es/article/spl-que-es-y-como-controlarlo/>
- Ttito Moya, E. (2017). *Estimacion de la contaminacion acustica por ruido ambiental en la Zona 8 C del distrito de Miraflores - Lima*. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Valderrama, S. (2002). *Pasos para elaborar proyectos de investigacion cientifica*. Lima, Perú: San Marcos.
- World Health Organization. (2018). *Environmental noise guidelines for the European Region*. WHO Regional Office for Europe.
- Yao, C., Ma, A., Cushing, S., & Lin, V. (2017). Noise exposure while commuting in Toronto - a study of personal and public transportation in Toronto. *Canadian Society of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*.

Anexos

Matriz de consistencia

Apéndice 1 Matriz de consistencia

Nivel	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables y Dimensiones	Método Estadístico
General	¿En qué medida el tránsito vehicular influye en los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica?	Modelar la influencia del tránsito vehicular sobre los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica	El tránsito vehicular influyen significativamente en los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica,	VI: Tránsito vehicular Dimensiones: Volumen, Composición, Velocidad VD: Niveles de ruido Dimensiones: LAeq, Lmax, Lmin	Regresión lineal múltiple Prueba F global t de Student R ²
Específico 1	¿Cómo influye el volumen vehicular en el nivel equivalente continuo (LAeq) en el centro urbano de Huancavelica, 2026?	Determinar la influencia del volumen vehicular en el nivel equivalente continuo (LAeq) en el centro urbano de Huancavelica, 2026.	El volumen vehicular influye significativamente en el nivel equivalente continuo de ruido (LAeq) en el centro urbano de Huancavelica durante el año 2026.	Volumen vehicular vs LAeq	Regresión lineal simple
Específico 2	¿Cómo influye la composición vehicular (% de vehículos pesados) en el nivel máximo (Lmax)	Analizar la influencia del porcentaje de vehículos pesados en el nivel máximo de ruido (Lmax) en el centro	El porcentaje de vehículos pesados influye significativamente en el Lmax.	% vehículos pesados vs Lmax	Regresión lineal simple

	en el centro urbano de Huancavelica, 2026?	urbano de Huancavelica, 2026.				
Específico 3	¿Cómo influye la velocidad promedio de circulación en el nivel mínimo (Lmin) en el centro urbano de Huancavelica, 2026?	Evaluar la influencia de la velocidad promedio vehicular en el nivel mínimo de ruido (Lmin) en el centro urbano de Huancavelica, 2026.	El porcentaje de vehículos pesados influye significativamente en el nivel máximo de ruido (Lmax) en el centro urbano de Huancavelica durante el año 2026.	Velocidad Lmin	vs	Regresión lineal simple
Específico 4	¿En qué medida las dimensiones del tránsito vehicular explican conjuntamente la variabilidad de los niveles de ruido ambiental en el centro urbano de Huancavelica, 2026?	Construir y validar un modelo estadístico multivariado que explique los niveles de ruido ambiental en función del volumen, composición y velocidad vehicular en el centro urbano de Huancavelica, 2026.	La velocidad promedio vehicular influye significativamente en el nivel mínimo de ruido (Lmin) en el centro urbano de Huancavelica durante el año 2026.	Todas las dimensiones VI vs VD		Regresión lineal múltiple F global y R ²

Anexo 2

Instrumentos

[illegible]