



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**INFLUENCIA DEL RUIDO EN LAS ACTIVIDADES
INDUSTRIALES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SOBRE
EL RIO GUAYLLABAMBA.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA: MARTHA LILIBETH LEONES PÉREZ

DIRECTOR: Dr. JOSÉ GERARDO LEÓN CHIMBOLEMA, MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

©2023, Martha Lilibeth Leones Pérez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Martha Lilibeth Leones Pérez, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 07 de diciembre 2023

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Martha Leones', with a large, stylized flourish underneath.

Martha Lilibeth Leones Pérez

C.I. 080398591-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal de Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto Técnico **INFLUENCIA DEL RUIDO EN LAS ACTIVIDADES INDUSTRIALES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RIO GUAYLLABAMBA**, realizado por la señorita: **MARTHA LILIBETH LEONES PÉREZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Hannibal Lorenzo Brito Moina, PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-12-07
Dr. José Gerardo León Chimbolema, MSc. DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-12-07
Dr. Fausto Manolo Yaulema Garces, MSc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-12-07

DEDICATORIA

Tengo tantas personas a quienes debería dedicarle mis logros, pero poniéndome la mano en el corazón es evidente que a la única persona que le podría dedicar esta tesis es a mi pequeña hija Dairita ya que es ella quien desde el inicio de mi carrera siendo un bebe supo acoplarse al ritmo de vida tan complicado que teníamos, fue ella quien siempre me alentó a seguir adelante con una sonrisa, un abrazo. Esta tesis es por ti hija mía para darte ejemplo de perseverancia y de lucha, nunca decaigas en tus sueños por más difícil que se ponga el camino siempre existirá una luz al final del túnel, esto es por ti mi niña hermosa, te amo.

Lilibeth

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por que sin el no estaría culminando este proceso, a mi mama y mi hermana que de una u otra manera me han sabido ayudar cuando lo he necesitado, también tengo que agradecer a mis amigas más cercanas quienes siempre han creído en mis capacidades. También debo agradecer a mi Director de Tesis el Dr. Gerardo León por tan invaluable guía en el transcurso del desarrollo de mi tesis. Finalmente agradezco a la institución por brindarme la oportunidad de titularme y de haber conocido a docentes y compañeros que han formado parte de mi vida estudiantil, gracias totales.

Lilibeth

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PLOBLEMA	2
1.1.1.	<i>Formulación</i>	3
1.2.	Justificación	3
1.3.	Objetivos	4

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	5
2.1.	Antecedentes de la investigación	5
2.2.	Bases teóricas	6
2.2.1.	<i>Sonido</i>	6
2.2.2.	<i>Ruido</i>	8
2.2.2.1.	<i>Medición del ruido y escalas utilizadas</i>	8
2.2.2.2.	<i>Decibelio (dB) unidad de medida del ruido</i>	8
2.2.2.3.	<i>Niveles de presión sonora</i>	9
2.2.2.4.	<i>Rangos de niveles de ruido permisible</i>	9
2.2.2.5.	<i>Métodos de medición</i>	9
2.2.2.6.	<i>Frecuencia del sonido</i>	9
2.2.2.7.	<i>Ponderaciones de frecuencia (A, C, Z)</i>	10
2.2.2.8.	<i>Diferencia entre decibelio y decibelio (A) ponderado</i>	10
2.2.2.9.	<i>Nivel de presión sonora</i>	11
2.2.2.10.	<i>Ruido de fondo</i>	13
2.2.3.	Contaminación acústica	13
2.2.4.	Características del ruido ambiental	14

2.2.5.	<i>Tipo de ruido</i>	14
2.2.6.	<i>Influencia del ruido en la población</i>	15
2.2.7.	<i>El ruido industrial y sus características</i>	16
2.2.8.	<i>Seguridad industrial ante el ruido</i>	17
2.2.8.1.	<i>Normas de higiene y seguridad industrial</i>	18
2.2.9.	<i>Estudio de la propagación del ruido en el ambiente</i>	20
2.2.10.	<i>Evaluación de la exposición al ruido en trabajadores de la construcción</i>	21
2.2.11.	<i>Estudio de la percepción del ruido en poblaciones cercanas a zonas de construcción</i>	21
2.2.12.	<i>Análisis de las tecnologías y técnicas de mitigación de ruido en la construcción</i> .	22
2.2.12.1.	<i>Propagación del ruido</i>	22
2.2.13.	<i>Estudio de los métodos y herramientas de monitoreo y control de niveles de ruido en la construcción</i>	24
2.2.14.	<i>Análisis de los impactos ambientales y sociales de la contaminación acústica en el contexto de la construcción de infraestructuras en el Ecuador</i>	25
2.2.15.	<i>Punto crítico de análisis (PCA)</i>	25
2.2.16.	<i>Punto crítico de control (PCC)</i>	26
2.2.17.	<i>Tamaño de muestra en el monitoreo de ruido</i>	26
2.3.	<i>Base legal</i>	27

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	33
3.1.	Tipo de investigación	33
3.2.	Diseño de la investigación	33
3.3.	Planteamiento de problema	33
3.4.	Identificación de variables	34
3.5.	Método de muestreo	34
3.6.	Localización	34
3.6.1.	<i>Identificación de puntos de monitoreo</i>	34
3.7.	Modelo estadístico	36
3.8.	Técnicas de monitoreo	36
3.8.1.	<i>Registro de decibeles</i>	37
3.9.	Equipo y materiales	37
3.10.	Parte experimental	38
3.10.1.	<i>Etapa de monitoreo</i>	39

3.10.1.1.	<i>Calibración del sonómetro</i>	39
3.10.1.2.	<i>Levantamiento de datos</i>	39
3.10.1.3.	<i>Tipo de ruido</i>	40
3.10.1.4.	<i>Determinación del nivel de ruido de fondo</i>	40
3.10.1.5.	<i>Generación de mapas de ruido</i>	41
3.10.2.	<i>Encuesta</i>	41

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	42
4.1.	Identificación de los niveles de ruido mínimos y máximos producidos en el área de construcción del puente sobre el río Guayllabamba	42
4.1.1.	<i>Área de estudio y ubicación</i>	42
4.1.1.1.	<i>Mapa de área de estudio</i>	42
4.1.2.	<i>Identificación de puntos</i>	44
4.1.3.	<i>Corrección de ruido</i>	49
4.1.4.	<i>Datos registrados</i>	49
4.1.4.1.	<i>Nivel de presión sonora (NPS)</i>	51
4.1.5.	<i>Identificación de los puntos máximos y mínimos</i>	54
4.1.6.	<i>Discusión</i>	62
4.2.	Evaluación de los niveles de ruido mediante la comparación con la legislación ambiental vigente	65
4.3.	Percepción del trabajador en el punto de labor	66
4.3.1.	<i>Tamaño de muestra</i>	66
4.3.2.	<i>Encuestas</i>	67
4.4.	Plan de acción de control	73

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
5.1.	Conclusiones	77
5.2.	Recomendaciones	78

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Afectaciones del ruido	16
Tabla 2-2: Técnicas de mitigación	22
Tabla 2-3: Métodos y herramientas de monitoreo	24
Tabla 2-4: Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas 097-A	30
Tabla 2-5: Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes móviles 097-A.....	31
Tabla 2-6: Niveles de presión sonora ISO 1996-2	32
Tabla 3-1: Variables.....	34
Tabla 3-2: Coordenadas UTM WGS 84 (17 Norte).....	34
Tabla 3-3: Puntos de monitoreo (WGS 84 - 17 Norte)	34
Tabla 3-4: Equipo.....	37
Tabla 4-1: Actividades identificadas en la zona de monitoreo	43
Tabla 4-2: Características registradas de los puntos de monitoreo	45
Tabla 4-3: Lista de maquinarias registradas de los puntos de monitoreo	48
Tabla 4-4: Niveles registrados en la construcción de puente	49
Tabla 4-5: Registro de NPS	53
Tabla 4-6: Plan de acción de control.....	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1:	Curva de ponderación.....	8
Ilustración 3-1:	Puntos georreferenciados	35
Ilustración 4-1:	Mapa de área de estudio	43
Ilustración 4-2:	Ubicación de puntos de monitoreo y georreferenciados	48
Ilustración 4-3:	Medición de ruido de la fuente fija	49
Ilustración 4-4:	Niveles de ruido registrados en el monitoreo	51
Ilustración 4-5:	Dispersión de ruido semana 1	54
Ilustración 4-6:	Dispersión de ruido semana 2	56
Ilustración 4-7:	Dispersión de ruido semana 3	58
Ilustración 4-8:	Promedio de la dispersión de ruido	60
Ilustración 4-9:	Decibeles registrados durante el monitoreo	65
Ilustración 4-10:	Pregunta 1.....	67
Ilustración 4-11:	Pregunta 2.....	68
Ilustración 4-12:	Pregunta 3.....	68
Ilustración 4-13:	Pregunta 4.....	69
Ilustración 4-14:	Pregunta 5.....	69
Ilustración 4-15:	Pregunta 6.....	70
Ilustración 4-16:	Pregunta 7.....	70
Ilustración 4-17:	Pregunta 8.....	71
Ilustración 4-18:	Pregunta 9.....	71
Ilustración 4-19:	Pregunta 10.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: RESULTADO DE ENCUESTAS

ANEXO B: ACTIVIDADES DE LA ZONA

ANEXO C: REGISTRO DE NIVEL DE RUIDO

ANEXO D: ENCUESTAS AL PERSONAL

ANEXO E: FUENTE GENERADORAS DE RUIDO

RESUMEN

La construcción del puente sobre el río Guayllabamba ha desencadenado preocupaciones significativas relacionadas con los niveles de ruido excesivos generados por actividades industriales en el área de construcción. El objetivo de esta investigación fue evaluar el impacto de este ruido y proponer soluciones adecuadas. Los métodos de investigación se basaron en un análisis cuantitativo y un diseño no experimental. Se utilizaron técnicas de monitoreo, como la identificación de fuentes de ruido y la selección estratégica de puntos de medición. Se llevaron a cabo mediciones de ruido durante tres semanas, de lunes a sábado, entre las 9 a.m. y las 12 p.m., con cinco repeticiones para garantizar la precisión de los datos. Los resultados revelaron una amplia variabilidad en los niveles de ruido, con valores oscilando entre 56.2 dB (A) y 96.2 dB (A). Alarmantemente, se encontró que 18 de los 32 puntos de monitoreo superaron el límite legal de 70 dB (A), lo que sugiere una clara violación de las normas ambientales. Para abordar este problema, se propuso un plan de control de ruido integral que incluye la implementación de barreras acústicas, una planificación de horarios de trabajo más estratégica, la provisión de equipos de protección auditiva y una reevaluación de la maquinaria utilizada. También se planean sesiones de capacitación y campañas de concienciación para promover una cultura de prevención. Esta investigación subraya la necesidad urgente de abordar la contaminación acústica en el área de construcción del puente. El plan de control propuesto tiene como objetivo asegurar el cumplimiento de las normas ambientales y proteger tanto el entorno natural como la comunidad local durante todo el proceso de construcción del puente.

Palabras clave: <PUENTE GUAYLLABAMBA>, <CONTAMINACIÓN ACÚSTICA>, <NIVELES DE RUIDO>, <PLAN DE CONTROL>, <NORMAS AMBIENTALES>.



2184-DBRA-UPT-2023

SUMMARY

The construction of a bridge, over the Guayllabamba River, has triggered significant concerns related to excessive noise levels generated by industrial activities in the construction area. The objective of this research was to evaluate the impact of this noise and propose appropriate solutions. The research methods were based on a quantitative analysis and a non-experimental design. Monitoring techniques, such as noise source identification and strategic selection of measurement points were used. Noise measurements were conducted for three weeks, Mondays through Saturdays, between 9 a.m. and 12 p.m., with five repetitions to ensure data accuracy. The results revealed a wide variability in noise levels, with values ranging from 56.2 dB(A) to 96.2 dB(A). Alarmingly, 18 of the 32 monitoring points were found to exceed the legal limit of 70 dB(A), suggesting a clear violation of environmental regulations. To address this problem, a comprehensive noise control plan was proposed. This includes the implementation of acoustic barriers, more strategic work schedule planning, the provision of hearing protection equipment, and a reevaluation of the machinery used. Training sessions and awareness campaigns are also planned to promote a culture of prevention. This research underlines the urgent need to address noise pollution in the bridge construction area. The proposed control plan aims to ensure compliance with environmental regulations and protect both, the natural environment and the local community, throughout the bridge construction process.

Key words: <GUAYLLABAMBA BRIDGE>, <NOISE POLLUTION>, <NOISE LEVELS>, <CONTROL PLAN>, <ENVIRONMENTAL STANDARDS>.



Ing. Romel Francisco Calles Jimenez, Mg.

C.I. 060387771-3

INTRODUCCIÓN

El ruido generado por las actividades industriales es una preocupación ambiental creciente en diversos sectores de la sociedad. En el ámbito de la ingeniería ambiental, comprender y mitigar los impactos del ruido se ha convertido en una prioridad para garantizar un entorno sostenible y saludable. En este contexto, el presente estudio se centra en la influencia del ruido en las actividades industriales durante la construcción del puente sobre el río Guayllabamba.

La construcción de infraestructuras como puentes implica una serie de procesos y operaciones que pueden generar niveles significativos de ruido. La magnitud y la duración de estos impactos acústicos pueden afectar no solo a los trabajadores directamente involucrados en las labores de construcción, sino también a las comunidades cercanas y al medio ambiente en general.

El objetivo de esta investigación es analizar y evaluar los efectos del ruido proveniente de las actividades industriales en el entorno de la construcción del puente sobre el río Guayllabamba. Se buscará identificar las fuentes de ruido más relevantes, caracterizar su impacto acústico, evaluar los posibles efectos negativos en la salud humana y el bienestar de la fauna local, y proponer medidas de mitigación adecuadas.

Además, se examinarán las normativas y regulaciones existentes relacionadas con la contaminación acústica en el ámbito de la construcción y se analizará si las actividades de construcción del puente cumplen con dichas regulaciones. En caso de incumplimiento, se propondrán estrategias y soluciones efectivas para reducir los impactos negativos del ruido y garantizar el cumplimiento de las normativas aplicables.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La construcción de infraestructuras, como el puente sobre el río Guayllabamba, conlleva una serie de actividades industriales que generan ruido como subproducto no deseado. Este ruido puede tener efectos negativos en el entorno y en las personas que viven o trabajan cerca del área de construcción. A pesar de los avances en la regulación y control de la contaminación acústica, es necesario abordar específicamente el problema del ruido en el contexto de las actividades industriales durante la construcción de este puente.

El ruido generado por las actividades industriales puede afectar tanto a los trabajadores directamente involucrados en la construcción como a las comunidades cercanas. El impacto acústico puede generar molestias, perturbaciones en el descanso y el sueño, y posibles consecuencias negativas para la salud física y mental de las personas expuestas a niveles de ruido elevados durante períodos prolongados.

Además, el ruido puede tener un impacto significativo en la fauna local, alterando sus patrones de comportamiento, migración y reproducción. Las especies sensibles al ruido pueden experimentar cambios en su hábitat y su capacidad de comunicación, lo que puede tener consecuencias negativas para la biodiversidad y el equilibrio ecológico del área afectada.

A pesar de la existencia de normativas y regulaciones que establecen límites máximos permisibles de ruido en el ámbito de la construcción, es necesario evaluar si las actividades industriales relacionadas con la construcción del puente sobre el río Guayllabamba cumplen con estas regulaciones y si se están implementando medidas de mitigación efectivas para minimizar los impactos del ruido.

En este sentido, es fundamental abordar el problema de la influencia del ruido en las actividades industriales durante la construcción del puente sobre el río Guayllabamba, con el fin de analizar y evaluar los efectos negativos del ruido en el entorno y en la salud humana, así como proponer estrategias y soluciones que permitan mitigar y controlar adecuadamente esta forma de contaminación acústica.

Por tanto, esta investigación busca responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo influye el ruido en las actividades industriales en la construcción del puente sobre el río Guayllabamba?

Al responder a esta pregunta, se espera obtener información relevante para la toma de decisiones en la planificación y ejecución de proyectos de construcción de infraestructuras similares, y contribuir al desarrollo de estrategias sostenibles que minimicen los impactos negativos del ruido en ambiente y en la calidad de vida de las personas involucradas.

1.1.1. Formulación

¿Cómo influye el ruido en las actividades industriales en la construcción del puente sobre el río Guayllabamba?

1.2. Justificación

La justificación de esta investigación se basa en la necesidad de comprender y abordar los efectos del ruido generado por las actividades industriales durante la construcción del puente sobre el río Guayllabamba. La influencia del ruido en este contexto específico es de suma importancia debido a los posibles impactos negativos que puede tener tanto en el entorno como en las personas involucradas en el proyecto.

Desde una perspectiva ambiental, es fundamental evaluar los efectos del ruido en el área circundante al puente. El ruido generado por la maquinaria pesada, los equipos de construcción y el transporte de materiales puede afectar la calidad de vida de las comunidades cercanas. Comprender cómo el ruido influye en el entorno es esencial para establecer medidas de mitigación adecuadas que minimicen los impactos negativos y preserven el equilibrio ecológico de la zona.

Desde una perspectiva de salud pública, es necesario evaluar los efectos del ruido en las personas expuestas a él durante las actividades industriales de construcción. La exposición constante a altos niveles de ruido puede tener consecuencias negativas para la salud, incluyendo el estrés crónico, trastornos del sueño y problemas cardiovasculares. Investigar cómo el ruido influye en la salud humana permitirá desarrollar estrategias de protección y mitigación que salvaguarden el bienestar de las personas involucradas.

Además, esta investigación también tiene relevancia en el ámbito de la ingeniería ambiental y la planificación de proyectos de construcción. Los resultados obtenidos ayudarán a establecer pautas y recomendaciones para futuros proyectos de infraestructuras similares, permitiendo una planificación más eficiente. Identificar medidas de mitigación adecuadas y efectivas para reducir los impactos del ruido no solo beneficiará al puente sobre el río Guayllabamba, sino que también sentará las bases para la implementación de prácticas más responsables en futuros proyectos de construcción.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del ruido en las actividades industriales en la construcción del puente sobre el río Guayllabamba

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los niveles de ruido mínimos y máximos producidos en el área de construcción del puente sobre el río Guayllabamba.
- Evaluar los niveles de ruido mediante la comparación con la legislación ambiental vigente.
- Proponer un plan de acción de control de los niveles de ruido ambiental producido en la construcción de puente sobre el río Guayllabamba

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

La construcción de infraestructuras puede tener impactos significativos en el ambiente y la salud humana. Además del ruido, la construcción puede generar polvo, emisiones de gases de escape y desechos de construcción, lo que puede afectar negativamente la calidad del aire y del agua en la zona de influencia. Estos impactos ambientales pueden afectar la biodiversidad y la calidad de vida de la población local (Sánchez, 2022, pág.4).

Por otro lado, los trabajadores de la construcción pueden estar expuestos a condiciones de trabajo peligrosas, incluyendo la exposición a altos niveles de ruido, vibraciones, polvo y otros contaminantes, lo que puede aumentar el riesgo de lesiones, enfermedades y accidentes laborales (Bateca y Ipuz, 2022, pág.2).

En Ecuador, se han llevado a cabo varios estudios sobre el impacto del ruido en la salud de los trabajadores en diferentes sectores industriales, incluyendo la industria textil, la pesquera y la construcción. En estos estudios se ha encontrado que los trabajadores de la construcción son particularmente vulnerables a la exposición al ruido, y que pueden presentar problemas auditivos y otros efectos en la salud (Polo, 2022, pág.7).

Es importante evaluar los niveles de ruido generados en la construcción del puente sobre el río Guayllabamba y tomar medidas para mitigar los posibles impactos negativos en la salud de los trabajadores y la población circundante, así como en el medio ambiente. La investigación propuesta puede contribuir a mejorar la comprensión de estos impactos y a desarrollar estrategias efectivas para minimizarlos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sonido

El sonido se produce cuando un cuerpo se mueve y vibra, generando cambios en la presión que se transmiten a través de un medio elástico como el aire. Es importante destacar que la producción de sonido implica la transferencia de energía sin movimiento físico de la materia (Herrera et al. 2022, pp.259-280). El oído humano es capaz de percibir los sonidos al detectar las variaciones de presión, aunque no todos los sonidos son audibles, ya que esto depende de la frecuencia de vibración (Millian, 2022, págs.12-18). La unidad de medida para la intensidad del sonido son los decibeles (dB) que es la fracción audible. Aquí hay algunos conceptos clave relacionados con el sonido:

- **Frecuencia:** La frecuencia se define como la cantidad de oscilaciones completas que tienen lugar en un intervalo de un segundo y se expresa en unidades de Hertz (Hz). En términos más simples, una frecuencia más elevada está relacionada con un sonido de tono alto, mientras que una frecuencia más reducida se relaciona con un sonido de tono bajo (Vidal, 2020, págs.1-36).
- **Amplitud:** La amplitud se refiere a la medida de la intensidad de las oscilaciones presentes en una onda de sonido y, en un sentido más sencillo, está directamente asociada con el nivel de volumen del sonido. Un mayor valor de amplitud resulta en un sonido más potente, en contraste, una amplitud menor conduce a un sonido más tenue o suave (Vidal, 2020, págs.1-36)..
- **Longitud de onda:** La longitud de onda se define como la separación entre dos puntos sucesivos en una onda sonora que se encuentran en fase, es decir, en el mismo punto de su ciclo vibratorio. Esta longitud de onda guarda una relación inversa con la frecuencia, lo que implica que a medida que la frecuencia aumenta, la longitud de onda disminuye, y viceversa (Vidal, 2020, págs.1-36)..
- **Velocidad del sonido:** La velocidad del sonido hace referencia a la rapidez con la que las ondas sonoras se desplazan a través de un medio específico, como el aire, el agua o un material sólido. Esta velocidad del sonido puede cambiar dependiendo del medio en el que se propague y de la temperatura presente (Vidal, 2020, págs.1-36).
- **Decibelio (dB):** El decibelio es la unidad empleada para indicar la intensidad o la potencia relativa del sonido. Dado que la audición humana puede percibir sonidos en un amplio rango de niveles, se recurre a una escala logarítmica para describir estos niveles sonoros, ya que las variaciones en decibelios no son percibidas como cambios uniformes en el volumen (Vidal, 2020, págs.1-36)..

- **Sonido audible:** La gama de frecuencias que es perceptible para el oído humano recibe el nombre de "sonido audible". En términos generales, se acepta que esta abarca desde alrededor de 20 Hz hasta aproximadamente 20,000 Hz (Vidal, 2020, págs.1-36)..
- **Espectro de frecuencia:** Un sonido de naturaleza compleja puede estar conformado por múltiples frecuencias simultáneas. El espectro de frecuencias representa estas diversas frecuencias que constituyen un sonido, junto con sus respectivas magnitudes de amplitud (Vidal, 2020, págs.1-36)..
- **Ponderación de frecuencia:** Debido a que la sensibilidad del oído humano varía según las frecuencias, se emplean curvas de ponderación de frecuencia, como la conocida como curva A (dB[A]), para modificar las mediciones de sonido y considerar la manera en que el oído humano percibe distintas frecuencias (Vidal, 2020, págs.1-36).
- **Escala de ponderación:** Las escalas de ponderación son vitales para corregir las mediciones de sonido de acuerdo con la percepción del oído humano a diferentes frecuencias. La más frecuentemente empleada es la curva de ponderación A, denotada como dB (A), que se utiliza para reflejar con mayor precisión la sensibilidad auditiva humana. La fórmula para aplicar la ponderación "A" a una medición de sonido en decibelios (dB) es la siguiente:

$$L_A=L_p+K_A$$

Donde:

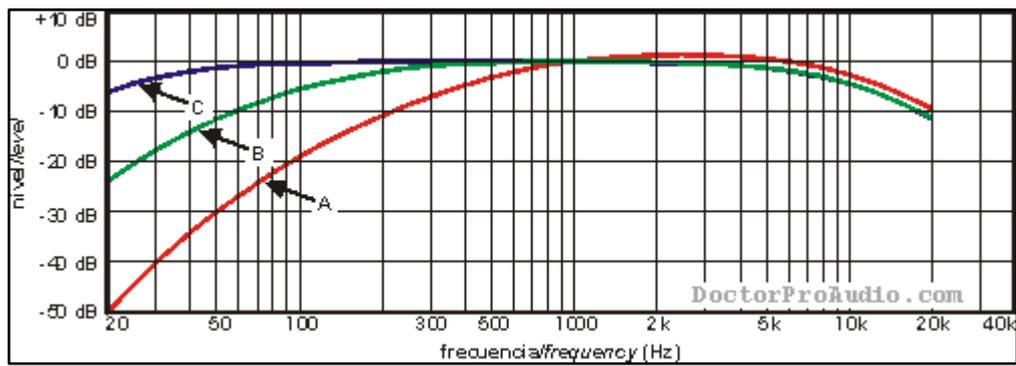
L_A : es el nivel de sonido ponderado en A.

L_p : es el nivel de sonido en decibelios (dB).

K_A : es el valor constante de ajuste según la curva de ponderación A.

La curva de ponderación A reduce la importancia de las frecuencias bajas y altas, enfocándose en el rango de frecuencias más sensibles al oído humano, que se encuentra en el rango de aproximadamente 500 Hz a 10,000 Hz. Esto refleja cómo percibimos el sonido en situaciones de ruido ambiental típico.

Ilustración 1-1: Curva de ponderación



Fuente: Dopa, 2018.

En el gráfico, puedes observar que la curva de ponderación A enfatiza las frecuencias en el rango de 500 a 10,000 Hz, reduciendo gradualmente la importancia de las frecuencias más bajas y más altas. Esta ponderación es esencial para obtener mediciones más precisas del nivel de sonido tal como lo percibe el oído humano, ya que nuestra audición no es igualmente sensible a todas las frecuencias.

2.2.2. Ruido

El ruido se refiere a sonidos no deseados o no deseados que pueden ser percibidos como molestos, inarmónicos o perturbadores. Es una combinación aleatoria y caótica de diferentes frecuencias y amplitudes que puede afectar negativamente la calidad de la comunicación, el confort acústico o la salud auditiva. El ruido puede provenir de diversas fuentes, como el tráfico vehicular, maquinaria industrial, sistemas de ventilación, música alta, entre otros (Limaylla y López., 2021, págs.23-44).

2.2.2.1. Medición del ruido y escalas utilizadas

La medición precisa y estandarizada del ruido es esencial para evaluar su impacto en el entorno y en la salud humana. Para lograrlo, se utilizan diversas técnicas y escalas de medición que permiten cuantificar y comparar los niveles de ruido en diferentes contextos (Navarro, 2022, pág.4).

2.2.2.2. Decibelio (dB) unidad de medida del ruido

El decibelio (dB) es la unidad estándar utilizada para medir la intensidad del sonido y, por lo tanto, del ruido. Dado que el oído humano percibe el sonido de manera logarítmica en lugar de lineal, el decibelio se emplea para expresar estas diferencias en una escala más manejable. La

escala de decibelios es logarítmica, lo que significa que cada aumento de 10 dB representa un aumento en la intensidad del sonido en un factor de 10 (Najarro y Ramirez, 2022, pág.5).

2.2.2.3. Niveles de presión sonora

El nivel de presión sonora (NPS) es la medida del nivel de intensidad del sonido o ruido en un lugar específico. Se expresa en decibelios (dB) (Munoz, 2021, pág.2).

2.2.2.4. Rangos de niveles de ruido permisible

Nivel de Ruido Ambiental: Se refiere al ruido presente en un entorno determinado, como una zona residencial o industrial. Los niveles típicos de ruido ambiental pueden variar ampliamente, desde alrededor de 30 dB en un ambiente tranquilo hasta más de 100 dB en zonas industriales ruidosas o en eventos como conciertos (Iza, 2020, pág.3).

Niveles de Ruido Permisibles: Las normativas ambientales y laborales suelen establecer límites permisibles para los niveles de ruido en diferentes contextos. Por ejemplo, para áreas residenciales, el límite podría estar en el rango de 55-65 dB durante el día. En lugares de trabajo, los límites pueden variar según la actividad y la duración de la exposición (Sagua, 2022, págs.4).

Niveles de Ruido de Impacto: Estos son los niveles de ruido que pueden causar molestias, daño auditivo o tener impactos en la salud y el bienestar de las personas. Por ejemplo, niveles de ruido superiores a 70 dB en áreas residenciales durante la noche podrían ser considerados como ruido de impacto (Herrera, 2022, pág.8).

2.2.2.5. Métodos de medición

Para medir el ruido, se utilizan dispositivos llamados sonómetros. Estos instrumentos registran los niveles de presión sonora en decibelios y pueden proporcionar mediciones en tiempo real o promediadas en un período determinado. Durante el monitoreo, es esencial considerar factores como la ubicación de la fuente de ruido, la distancia al receptor y la duración de la exposición (Gómez, 2021, pág.2).

2.2.2.6. Frecuencia del sonido

El sonido se caracteriza no solo por su intensidad, sino también por su frecuencia, que se mide en hercios (Hz). La frecuencia se refiere a la cantidad de oscilaciones completas que realiza una onda

sonora en un segundo. Los sonidos de baja frecuencia son más graves y profundos, mientras que los de alta frecuencia son más agudos. En el análisis de ruido, es importante considerar la distribución de frecuencias para comprender cómo diferentes tonos y patrones de sonido contribuyen al nivel total de ruido (Vidal, 2020, pág.6).

2.2.2.7. Ponderaciones de frecuencia (A, C, Z)

Debido a la variabilidad en la percepción auditiva humana de las diferentes frecuencias, se aplican ponderaciones de frecuencia para ajustar las mediciones de los niveles de ruido y reflejar de manera más precisa la percepción auditiva humana. Entre las ponderaciones más comunes se encuentran las ponderaciones A, C y Z. La ponderación A (dB A) reduce la influencia de las frecuencias más bajas, lo que la convierte en una elección adecuada para evaluar cómo el ruido afecta la salud humana. La ponderación C (dB C) posee una respuesta más uniforme en todas las frecuencias y se utiliza en mediciones del nivel total de presión sonora. La ponderación Z (dB Z) se emplea en mediciones relacionadas con equipos de sonido y música (Cazares, 2022, pág.65).

2.2.2.8. Diferencia entre decibelio y decibelio (A) ponderado

La diferencia principal entre dB y db (A) radica en la ponderación de frecuencia que se aplica a las mediciones de nivel de ruido:

dB (Decibelio): Es una unidad de medida relativa que se utiliza para expresar la relación entre dos niveles de intensidad sonora. En el caso del ruido, se utiliza para medir y comparar la presión sonora, pero no tiene en cuenta cómo el oído humano percibe diferentes frecuencias (Salazar y Hernández, 2022, pág.3).

db (A) (Decibelio A ponderado): El db (A) es una medida del nivel de ruido ajustada con una ponderación de frecuencia A. La ponderación A se basa en la respuesta auditiva del oído humano a diferentes frecuencias y está diseñada para reflejar mejor la sensibilidad del oído a diferentes tonos. Las frecuencias bajas y altas se atenúan en la ponderación A, y se enfatizan las frecuencias medias, que son las más perceptibles para el oído humano (Huamán, 2022, pág.3).

Diferencia: La principal diferencia entre dB y db (A) es que dB es una medida bruta del nivel de presión sonora total sin ajuste por la percepción auditiva humana, mientras que db (A) es una medida ajustada que tiene en cuenta cómo el oído humano percibe el sonido (Fernández y Mayorga, 2021, pág.2).

2.2.2.9. Nivel de presión sonora

El nivel de presión sonora constituye una medición numérica empleada para caracterizar la fuerza del sonido en una ubicación específica. Representa una manera de indicar la magnitud de las variaciones en la presión del sonido en el aire u otro medio, y su cuantificación se realiza en unidades conocidas como decibelios (dB) (Miyara, 2019, pág.1).

El nivel de presión sonora brinda datos sobre la cantidad de energía presente en las ondas acústicas y cómo esta energía afecta al oído humano. Dado que el oído humano no percibe todas las frecuencias sonoras de manera uniforme, se emplean factores de ponderación para adaptar el nivel de presión sonora a la sensibilidad auditiva en diversas frecuencias. Como resultado, surgen distintas escalas ponderadas, como la escala dB(A), que se emplea de forma generalizada para describir el ruido en el entorno (Miyara, 2019, pág.1).

El nivel de presión sonora se utiliza ampliamente en la medición y evaluación de ruido en diversos contextos, desde la industria hasta la planificación urbana y la protección ambiental. En muchas regulaciones y normativas, se establecen límites máximos permitidos para el nivel de presión sonora en diferentes entornos, con el objetivo de proteger la salud y el bienestar de las personas y minimizar los impactos negativos del ruido en el entorno (Miyara, 2019, pág.1).

- Determinación del nivel de presión sonora equivalente 097-A.

Según el libro VI del anexo 5 (2015, p.10), la determinación del nivel de presión sonora equivalente se obtendrá de forma automática o manual según el tipo de instrumento de medición a utilizarse. En el caso del sonómetro integrador. Este instrumento proveerá de los resultados de nivel de presión sonora equivalente.

$$NPS = 10 * \log * \left(\sum 10^{\frac{L_{pi}}{10}} \right)$$

Ecuación 2-1: Nivel de presión sonora

Donde:

NPS: Nivel de Presión Sonora

L_{pi} : Ruido generado del punto individual (dB)

- Determinación del nivel de presión sonora de la media

$$NPS_{eq} = 10 * \log * \left(\frac{1}{N} \sum 10^{0,1*Li} \right)$$

Ecuación 2-2: Nivel de presión sonora de la media

Donde:

NPS_{eq} : Nivel de Presión Sonora de media

L_{pi} : Ruido generado del punto individual (dB [A])

N: numero de variables (semanas de monitoreo)

0.1: cte

- Medición de ruido de fondo y corrección

Según el Libro V anexo VI (2015, pág.11), la determinación de ruido de fondo podrá realizarse de una de las maneras descritas a continuación en orden de prioridad, es decir, se deberá optar por la determinación del valor de ruido de fondo medido en orden descendente. La forma subsiguiente de obtención del valor de ruido de fondo será adoptada únicamente en el caso de no poder utilizarse la determinación anterior.

- a) El ruido de fondo vendrá dado por los valores obtenidos en el Estudio de Línea base, realizado previa a la construcción y operación de la fuente fija de emisión de ruido ambiental. La entidad ambiental de control deberá exigir en los estudios previos a la construcción de una industria, operación, proceso u otro generador de ruido, la determinación de ruido de fondo diurno y nocturno.
- b) Si la fuente generadora de ruido está en capacidad de apagar los sistemas emisores de ruido ambiental, la determinación de ruido de fondo deberá realizarse con los equipos apagados.
- c) De no disponerse operativamente de ninguno de las dos opciones anteriores, se procederá a usar los mapas de ruido ambiental generados por los municipios.
- d) La última opción, que deberá ser usada en el caso de inhabilitarse las tres opciones anteriores, y al que deberá acudir como último recurso, será la determinación de ruido de fondo trasladándose 5 m en dirección opuesta a la fuente y realizando la medición de acuerdo a los numerales 4.1.2.4 al 4.1.2.8, en tres puntos. El primero directamente en frente de la fuente de

emisión, el segundo desplazándose 50 m a la derecha del punto 1, y el tercero desplazándose 50 m a la izquierda del punto 1. Si el promedio de estas tres mediciones sobrepasa el valor medido, se reportará que el ruido ambiental es superior al generado por la fuente fija y se reportará el valor medido sin aplicar el factor de corrección respectivo. Si el valor promedio es menor, se aplicará el factor de corrección.

2.2.2.10. Ruido de fondo

El término "ruido de fondo" alude al nivel de sonido existente en un lugar en particular, originado por diversas fuentes sonoras y no vinculado directamente a la fuente de estudio en un análisis acústico específico. Es esencialmente el conjunto de sonidos generales presentes en un entorno, que puede ser una amalgama de diversas emisiones sonoras, como el tráfico vehicular, conversaciones humanas y maquinaria en funcionamiento, entre otros (Abad, 2019, pág.2).

La ecuación para calcular el nivel de presión sonora en un lugar, que incluye tanto el ruido de fondo como el sonido específico de una fuente en particular, se puede expresar de la siguiente manera:

$$L_p = L_{p1} + L_{p2} + \dots + L_{pn}$$

Donde:

L_p : es el nivel de presión sonora total en el lugar.

$L_{p1}, L_{p2}, \dots, L_{pn}$ son los niveles de presión sonora individuales de las fuentes presentes en el entorno.

En esta ecuación, los niveles de presión sonora se suman para obtener el nivel total en el lugar. El nivel de ruido de fondo se incluirá como uno de los términos en esta suma si se desea tener en cuenta su contribución al ambiente sonoro.

2.2.3. Contaminación acústica

La contaminación acústica se produce cuando hay un exceso de sonido que altera las condiciones naturales de un área determinada (Chinchay, 2021, pág.3). A diferencia de otros contaminantes ambientales, es considerada la forma más económica de contaminación y requiere una baja cantidad de energía para ser generada. La medición y cuantificación del ruido son procesos

complejos (Toledo, 2021, p.45). Aunque no deja residuos ni tiene un efecto acumulativo en el medio ambiente, puede tener un efecto acumulativo en la salud humana. Además, su alcance es más limitado en comparación con otros contaminantes ambientales, ya que se concentra en espacios específicos (Amable, 2019, pág. 643).

2.2.4. Características del ruido ambiental

El ruido ambiental engloba todos los sonidos no deseados que se encuentran en el entorno, y puede manifestarse de diversas formas (TULSMA, 2015, pág.1). Aquí hay algunas de ellas

- **Volumen:** El ruido ambiental puede variar en su nivel de intensidad, abarcando desde sonidos suaves hasta ruidos extremadamente fuertes, según su origen y la intensidad del sonido.
- **Frecuencia:** El ruido ambiental puede presentar una amplia gama de frecuencias, pudiendo ser alta o baja. Por ejemplo, un sonido de alta frecuencia puede manifestarse en forma de chirrido de una alarma, mientras que un sonido de baja frecuencia puede ser percibido como el zumbido de un transformador.
- **Continuidad:** El ruido ambiental puede clasificarse en dos categorías principales: continuo e intermitente. El ruido continuo es aquel que se mantiene constante en el tiempo, como el sonido del tráfico. Por otro lado, el ruido intermitente se caracteriza por tener pausas o interrupciones, como el sonido de una bocina.
- **Direccionalidad:** El ruido ambiental puede surgir de una fuente de sonido puntual, con una dirección específica, o ser omnidireccional, como el sonido del viento que se expande en todas las direcciones.
- **Duración:** La duración del ruido ambiental puede variar, ya sea de forma breve o prolongada, dependiendo de su origen y su intensidad.
- **Calidad del sonido:** El ruido ambiental puede presentarse como desagradable o molesto, como por ejemplo el sonido de una sierra eléctrica, o puede ser menos intrusivo, como el suave murmullo del agua.

2.2.5. Tipo de ruido

Existen diversos tipos de ruido que pueden ser clasificados según su origen y características distintivas (Pérez, 2023, pág.6).

- **Ruido ambiental:** Se refiere al ruido ambiental que se encuentra en el entorno, producido por fuentes como el tráfico, la construcción, la maquinaria y otros.

- Ruido de equipo: Se trata del ruido generado por equipos y maquinarias en operación, como el sonido emitido por un ventilador de computadora, una sierra eléctrica, una lavadora, y otros ejemplos similares.
- Ruido de impacto: Se trata del ruido brusco y de alta intensidad, como por ejemplo el sonido generado por una explosión o el golpe de un martillo.
- Ruido de fondo: Se refiere al ruido de baja intensidad que se encuentra en un entorno, como el zumbido de un transformador o el susurro del aire acondicionado.
- Ruido de comunicación: Se refiere al ruido que interfiere en la comunicación entre personas, como el ruido de fondo en una llamada telefónica o el ruido presente en una sala de reuniones (Fleischman, 2022, pág.9).
- Ruido biológico: Se trata del ruido originado por seres vivos, como el canto de aves o el sonido producido por insectos (Curipaco, 2021, pág.5).
- Ruido eléctrico: Se refiere al ruido que se encuentra en los sistemas eléctricos, como por ejemplo el ruido en una señal de televisión o el zumbido en una línea eléctrica.

Estos son solo algunos ejemplos de los diferentes tipos de ruido. Es importante tener en cuenta que algunos tipos de ruido pueden ser más perjudiciales para la salud que otros, y es necesario tomar medidas para prevenir o reducir la exposición a ellos cuando sea posible (Ticona, 2021, pág.6).

2.2.6. Influencia del ruido en la población

La exposición al ruido tiene diversas consecuencias para la salud física y mental de las personas. En términos auditivos, puede causar problemas como interferencia en la comunicación oral, cambios temporales o permanentes en la audición e incluso sordera en casos extremos. Además, existen efectos no auditivos, como aumento de la presión arterial, taquicardia, dolores de cabeza, trastornos del sueño, estrés y disminución del rendimiento laboral y físico (Oviedo, 2021, pág.4).

En el caso de los niños, el aprendizaje y la comunicación oral pueden verse afectados por la exposición al ruido, lo que puede resultar en dificultades de atención y retraso en el desarrollo. También se han observado efectos psicológicos, como nerviosismo, fatiga e inestabilidad emocional (Palacios, 2020, p.9). Las mujeres embarazadas que viven en áreas ruidosas corren el riesgo de desarrollar preeclampsia, por lo que se recomienda minimizar la exposición al ruido intenso durante el embarazo (Torres y Baillés, 2020, pág.6).

En el ámbito laboral, la exposición al ruido puede provocar pérdida de audición, estrés y aumentar el riesgo de accidentes laborales (Santos, 2020, pág.1). A niveles superiores a 60 dB, se pueden

experimentar síntomas como dilatación de pupilas, respiración agitada, aumento del pulso y la presión arterial, dolor de cabeza y tensión muscular (Pinilla, 2020, p.5). Niveles de ruido por encima de 80 dB pueden tener efectos en la secreción gástrica, aumentar el riesgo cardiovascular y elevar los niveles de glucosa en la sangre (Soto, 2019, pág.8).

En general, el ruido afecta diversas funciones orgánicas y puede reducir el rendimiento y la eficiencia en las tareas. La exposición a riesgos ocupacionales puede tener un impacto negativo en la calidad de vida, la salud y el comportamiento de los trabajadores, incluyendo el riesgo de enfermedades y accidentes laborales (Huaquisco, 2021, pág.88).

Tabla 2-1: Afectaciones del ruido

Síntoma	Efectos
Pérdida auditiva:	El ruido excesivo y prolongado puede causar daño en el oído interno y provocar pérdida auditiva permanente.
Problemas de sueño:	El ruido puede interferir con el sueño y provocar insomnio, lo que a su vez puede afectar la salud física y mental.
Estrés:	La exposición constante a niveles altos de ruido puede causar estrés, lo que puede provocar problemas de salud mental y física, como ansiedad y enfermedades cardiovasculares.
Dificultades de comunicación:	El ruido puede dificultar la comunicación entre las personas, lo que puede ser especialmente problemático en lugares de trabajo o en situaciones de emergencia.
Problemas de concentración:	El ruido puede interferir en la capacidad de las personas para concentrarse en tareas importantes, lo que puede afectar el rendimiento y la seguridad en el trabajo.
Problemas de salud mental:	La exposición prolongada al ruido puede tener un efecto negativo en la salud mental, lo que puede provocar problemas como irritabilidad, depresión y ansiedad.

Fuente: Aguilar, 2018.

Realizado por: Leones, L., 2023.

En el caso específico del ruido industrial, es importante tener en cuenta que las personas que trabajan en la industria y la construcción pueden estar especialmente expuestas a niveles altos de ruido (Rastelli et al., 2018, pág.4).

2.2.7. El ruido industrial y sus características

El ruido industrial y de construcción es un fenómeno ambiental que deriva de las actividades humanas en los sectores industriales y de construcción. Este tipo de ruido puede plantear problemas sustanciales debido a su alta intensidad y duración prolongada, lo que puede afectar la salud y el bienestar de aquellos que viven o trabajan cerca de las fuentes de ruido (Alcivar, 2022, pág.1). Las fuentes de este ruido son diversas y abarcan desde maquinaria y equipos utilizados en

procesos de producción y construcción hasta el transporte de materiales y la ejecución de obras de construcción (Domínguez, 2022, pág.2).

La maquinaria y los equipos industriales, como grúas, excavadoras y generadores, tienen el potencial de generar niveles de ruido extremadamente altos, lo que puede afectar tanto a los trabajadores como a las comunidades cercanas (Álvarez, 2021, pág.60). Además, el transporte de materiales, especialmente cuando se utilizan vehículos grandes como camiones y tractores, también puede contribuir significativamente a la contaminación acústica (Contreras, 2020, pág.12).

En el sector de la construcción, la contaminación acústica es un problema ampliamente reconocido, ya que las diversas etapas de construcción pueden generar niveles intensos y prolongados de ruido. Investigaciones en construcciones modulares revelan que los trabajadores están expuestos a niveles de ruido alrededor de 86 dBA mientras operan estaciones de trabajo principales, y se observó que la estación de revestimiento presentaba los niveles más altos (Manzi, 2022, págs.4-9). Además, diversos equipos de construcción, como sondas vibratorias, sierras circulares y martillos neumáticos, han sido identificados como fuentes de ruido significativas en el entorno de la construcción (Cochabamba, 2021, pág.8).

Las preocupaciones también se han centrado en el ruido generado por el equipo mecánico en diferentes industrias. Estudios en Nigeria han destacado que máquinas generadoras de electricidad, compresores de aire y calderas son contribuyentes importantes al ruido en empresas manufactureras (Cedeño y Vidal, 2022, pág.29). Además, la exposición a niveles elevados de ruido en equipos como motoniveladoras, cargadoras y bulldozers ha sido evidenciada (Gómez, 2021, pág.13).

Este problema de ruido mecánico en la industria, tanto en la construcción como en otros sectores, resalta la necesidad de implementar estrategias de control y mitigación para salvaguardar la salud de los trabajadores y la calidad del entorno (Chambillan, 2021, p.6). En general, es esencial abordar las diversas fuentes de contaminación acústica en nuestras actividades diarias para preservar la calidad de vida y la salud auditiva de las personas (Cohen y Castillo, 2018, págs.65-96; Méndez et al., 2018, págs.1-12).

2.2.8. Seguridad industrial ante el ruido

La seguridad industrial ante el ruido es un aspecto crucial en diversos sectores laborales, ya que la exposición prolongada a niveles elevados de ruido puede tener efectos negativos tanto en la salud como en el bienestar de los trabajadores. El ruido excesivo en los entornos de trabajo puede

dar lugar a problemas auditivos, estrés, fatiga, dificultades de comunicación e incluso impactos en la salud mental (Tropiano y Atilio, 2020, págs.1-9).

Para garantizar la seguridad de los trabajadores frente al ruido, es esencial implementar medidas preventivas y de control. Una de las primeras etapas es la evaluación de los niveles de ruido presentes en el lugar de trabajo. Esto implica la realización de mediciones precisas para identificar las fuentes de ruido y los puntos críticos donde se superan los límites permisibles. Estos datos proporcionan la base para tomar decisiones informadas sobre las estrategias de mitigación.

La implementación de controles de ingeniería es una de las formas más efectivas de reducir los niveles de ruido en el entorno laboral. Esto puede incluir la selección de equipos y maquinaria más silenciosos, la instalación de barreras acústicas y la optimización de los procesos de trabajo para minimizar la generación de ruido. Además, se pueden establecer horarios de trabajo que reduzcan la exposición de los trabajadores a momentos de mayor actividad ruidosa.

El uso de equipos de protección personal (EPP), como protectores auditivos, también es fundamental para la seguridad de los trabajadores. Estos dispositivos ayudan a reducir la exposición al ruido, especialmente en situaciones donde no es posible eliminar completamente la fuente de ruido. Sin embargo, es esencial capacitar adecuadamente a los trabajadores sobre la importancia de utilizar y mantener correctamente el EPP (Pardo et al. 2020, págs.21-71).

La concientización y la cultura de prevención desempeñan un papel esencial en la seguridad industrial ante el ruido. La educación sobre los riesgos asociados con la exposición al ruido excesivo y las medidas preventivas disponibles puede ayudar a crear un entorno de trabajo más seguro y saludable. Esto puede incluir campañas de sensibilización, capacitaciones regulares y la promoción de una actitud proactiva hacia la seguridad en todos los niveles de la organización (Gómez, 2017, págs.75-82).

2.2.8.1. Normas de higiene y seguridad industrial

Las normas de higiene y seguridad industrial son esenciales para garantizar la protección de los trabajadores y minimizar los riesgos asociados a la exposición al ruido en el entorno laboral, especialmente en actividades industriales como la construcción de puentes, en las cuales el ruido generado puede ser significativo. Basándonos en nuestra investigación sobre la influencia del ruido en las actividades industriales en la construcción del puente sobre el río Guayllabamba, es importante abordar las medidas preventivas y correctivas que pueden implementarse para garantizar un ambiente de trabajo seguro y saludable.

- Medidas preventivas sobre las fuentes sonoras

Mantener un adecuado mantenimiento de las máquinas y equipos de trabajo es fundamental para minimizar la generación de ruido. Esto incluye la sustitución de piezas desgastadas, la eliminación de ruidos innecesarios y la lubricación adecuada. Además, es importante considerar la Declaración de ruido al adquirir equipos, así como el material del que están hechos, ya que esto puede influir en la generación de ruido.

La implementación de medidas de protección colectiva es clave. Utilizar silenciadores específicos, aplicar aislamiento de vibraciones y utilizar soluciones de absorción de ruido en las instalaciones pueden reducir significativamente la propagación del ruido. Además, el uso de recintos cerrados o cabinas puede ayudar a limitar la transmisión del ruido.

- Medidas sobre el medio propagador

La ubicación adecuada de las máquinas y equipos de trabajo puede reducir la reverberación del sonido. Alejar las fuentes de ruido de las paredes y esquinas puede disminuir la reflexión del sonido y, por lo tanto, reducir la intensidad del ruido.

- Medidas sobre el trabajador

Es crucial proporcionar a los trabajadores protectores auditivos adecuados para su utilización. Estos dispositivos ayudan a reducir la exposición personal al ruido y proteger la salud auditiva de los trabajadores.

Además de estas medidas, es importante proporcionar capacitación e información a los trabajadores sobre la exposición al ruido y sus efectos en la salud. Realizar audiometrías periódicas y mediciones de ruido regulares también son pasos esenciales para evaluar y controlar la exposición al ruido en el lugar de trabajo.

La adopción de estas medidas correctoras sigue un orden de prioridad: primero, se actúa sobre la fuente de ruido, luego sobre el medio propagador y, finalmente, sobre el receptor o trabajador expuesto. Al implementar estas normas de higiene y seguridad industrial en el contexto de nuestra investigación, podemos asegurar un entorno laboral más seguro y saludable para los trabajadores involucrados en la construcción del puente sobre el río Guayllabamba. El cumplimiento de estas

medidas no solo protege la salud auditiva de los trabajadores, sino que también contribuye a minimizar los impactos negativos en la comunidad circundante.

2.2.9. Estudio de la propagación del ruido en el ambiente

Un "Estudio de la propagación del ruido en el ambiente" constituye un análisis detallado sobre cómo el ruido generado por diversas fuentes se extiende y se disemina en el entorno circundante. Esta investigación es crucial para comprender en profundidad cómo el ruido se desenvuelve en diferentes condiciones y cómo puede afectar tanto a las personas como al medio ambiente en su conjunto (Montoya, 2020, pág.3).

En esta clase de estudio, se abordan aspectos esenciales. En primer lugar, se lleva a cabo una caracterización exhaustiva de las fuentes de ruido presentes en el área de estudio, identificando y cuantificando fuentes tales como industrias, tráfico vehicular, maquinaria en funcionamiento y actividades de construcción, entre otras (Navarrete, 2023, pág.7).

La medición meticulosa de los niveles de ruido es otra fase crítica del estudio. Esta etapa implica la realización de mediciones precisas en diferentes puntos de interés para establecer cómo varían los niveles de ruido en diferentes momentos y situaciones (Gascón y Mompo, 2019, pág.65).

Un enfoque adicional es la aplicación de modelos acústicos avanzados. Mediante el uso de software especializado, se simula cómo el ruido se propaga en el espacio, considerando factores como la topografía del terreno, la geometría del entorno y la presencia de obstáculos que puedan influir en la propagación del sonido (Fasquelle y Doutres, 2019, págs. 129-143).

La evaluación de los impactos constituye otra dimensión crucial de este estudio. Se analiza cómo los niveles de ruido pueden afectar tanto a las comunidades locales como a la vida silvestre, explorando potenciales efectos en la salud, el bienestar y el comportamiento (Cantalejo, 2020, págs.45).

Con base en los hallazgos, se ofrecen recomendaciones concretas para mitigar los efectos adversos del ruido. Estas medidas pueden incluir la implementación de barreras acústicas en áreas sensibles, la planificación de horarios de trabajo para reducir la exposición al ruido, la selección cuidadosa de equipos y maquinaria con menor impacto acústico y la promoción de la conciencia y educación sobre el ruido entre los trabajadores y la comunidad (Lee y Hong, 2020, págs.107-406).

En última instancia, el objetivo principal del estudio es comprender en profundidad cómo el ruido se propaga en el ambiente y cómo afecta a las diversas partes interesadas. Esto permite tomar medidas concretas para reducir el impacto del ruido y garantizar un entorno más saludable y sostenible para todos (Lee y Hong, 2020, págs.107-406).

2.2.10. Evaluación de la exposición al ruido en trabajadores de la construcción

En la industria de la construcción, el ruido es un problema significativo que afecta tanto a los trabajadores como a los empleadores (Ribeiro 2020, pág.7). A menudo se subestima el impacto del ruido y no se toman medidas adecuadas para abordarlo (Kahneman et al., 2021, pág.7). En los proyectos de construcción de carreteras, se utilizan diversas máquinas que facilitan las tareas, pero también generan altos niveles de ruido, como tractores, excavadoras, cargadoras, motos niveladoras, rodillos, retroexcavadoras, concretas, camiones distribuidores de agua y volquetas (Huaquisto y Chambilla, 2020, pág.67). La combinación de todas estas máquinas aumenta el riesgo de exposición al ruido para los trabajadores (Macías y Saa, 2021, pág.7). La exposición diaria y prolongada al ruido puede provocar pérdida de audición a largo plazo, así como dolores de cabeza y zumbidos en los oídos en el corto plazo (Ovalle, 2021, pág.7). Por lo tanto, es fundamental implementar medidas de control para preservar la salud de los empleados. Sin embargo, muchas empresas no gestionan adecuadamente la prevención de riesgos laborales y no buscan soluciones técnicas para abordar el problema de manera efectiva, optando por soluciones económicas pero inadecuadas (Triana y Salazar, 2023, págs.1-74).

2.2.11. Estudio de la percepción del ruido en poblaciones cercanas a zonas de construcción

El estudio de la percepción del ruido en poblaciones cercanas a zonas de construcción es un proceso de investigación que busca comprender cómo las personas que viven o trabajan en áreas próximas a sitios de construcción experimentan y perciben el ruido generado por las actividades de construcción (Chávez, 2020, pág.8). Se utilizan diferentes métodos, como encuestas, entrevistas, mediciones de ruido y análisis de datos, para obtener información sobre el impacto del ruido en la calidad de vida de las personas, su bienestar físico y emocional, y su satisfacción con el entorno en el que viven o trabajan (Sylva, 2020, pág.6). La información recopilada en el estudio es valiosa para las autoridades, empresas de construcción y planificadores urbanos, ya que les permite comprender mejor los efectos del ruido en la comunidad y tomar medidas adecuadas para minimizar y controlar la contaminación acústica, como barreras acústicas, horarios de trabajo restringidos y políticas de planificación urbana (Alberca, 2022, pág.57). En resumen, el estudio de la percepción del ruido en poblaciones cercanas a zonas de construcción proporciona información

esencial para abordar los impactos del ruido y proteger el bienestar de las personas afectadas (Cáceres, 2021, pág.6).

2.2.12. Análisis de las tecnologías y técnicas de mitigación de ruido en la construcción

Tipos de tecnologías y técnicas utilizadas para reducir el ruido:

Existen varias tecnologías y técnicas utilizadas para reducir el ruido en la construcción, algunas de estas incluyen:

Tabla 2-2: Técnicas de mitigación

Técnica	Desarrollo
<ul style="list-style-type: none"> • Barreras de sonido 	Las barreras de sonido pueden reducir el ruido mediante la absorción y reflexión del sonido. Las barreras de sonido pueden ser permanentes o temporales, y se pueden colocar en el perímetro de la obra o en las máquinas ruidosas.
<ul style="list-style-type: none"> • Amortiguadores de ruido 	Los amortiguadores de ruido pueden reducir el ruido de las máquinas al reducir la vibración que producen. Estos pueden ser instalados en las máquinas o en los soportes de la máquina.
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de equipo y maquinaria de bajo ruido 	El diseño de equipos y maquinarias de bajo ruido puede minimizar el ruido al reducir la vibración y el ruido en la fuente.
<ul style="list-style-type: none"> • Horarios de trabajo 	Los horarios de trabajo pueden ser ajustados para reducir la exposición de la población cercana a las obras a niveles elevados de ruido.

Fuente: EPA, 2018.

Realizado por: Leones, L., 2023.

2.2.12.1. Propagación del ruido

La propagación del ruido constituye un proceso intrincado en el cual las ondas sonoras se desplazan a través del aire o distintos medios. Estas ondas sonoras se manifiestan como alteraciones de presión en el entorno, dando origen a zonas de compresión y rarefacción que se desplazan desde la fuente sonora hacia el espacio circundante (Cajas y Torres, 2019 ,pág.5).

La amplitud del sonido decrece conforme la onda se distancia de su origen. Esta atenuación se origina por la distribución de energía en múltiples direcciones, así como por la absorción y el rebote del sonido en su trayectoria debido a diversos objetos y superficies (Úsuga, 2022, pág.4).

La ecuación fundamental que describe cómo la intensidad del sonido disminuye con la distancia se llama la Ley del Inverso del Cuadrado:

$$I=P/4\pi r^2$$

Donde:

I es la intensidad del sonido.

P es la potencia sonora de la fuente.

r es la distancia desde la fuente al punto de medición.

Cuando el sonido choca contra diferentes objetos o superficies, su comportamiento puede variar:

- **Reflexión:** Cuando el sonido choca contra una superficie sólida, como una pared o el suelo, parte de la energía del sonido es reflejada hacia atrás, mientras que otra parte es absorbida por el material. La reflexión puede causar eco y afectar la dirección y distribución del sonido en un área (Sanz, 2021, pág.4).
- **Absorción:** Algunos materiales tienen la capacidad de absorber parte de la energía del sonido en lugar de reflejarla. Materiales porosos, como paneles acústicos, cortinas y alfombras, tienden a absorber el sonido y reducir su intensidad (Tineo, 2021, pág.7).
- **Difracción:** Cuando el sonido encuentra un obstáculo, puede rodearlo y difractar alrededor de él. Este fenómeno es más notable cuando la longitud de onda del sonido es comparable al tamaño del obstáculo. Por ejemplo, el sonido puede difractar alrededor de un edificio.
- **Transmisión:** Algunos objetos permiten que el sonido pase a través de ellos, como el aire. Sin embargo, la transmisión puede disminuir si el objeto es denso o grueso, como una pared de concreto (Tineo, 2021, pág.8).

La propagación del ruido implica cambios en la intensidad, dirección y características del sonido a medida que se propaga y choca con diferentes objetos y superficies en su camino. Las ecuaciones y principios acústicos ayudan a comprender cómo estos fenómenos afectan la forma en que percibimos el ruido en diferentes entornos (Martínez, 2023, pág.3).

2.2.13. Estudio de los métodos y herramientas de monitoreo y control de niveles de ruido en la construcción

Tabla 2-3: Métodos y herramientas de monitoreo

Tipo	Herramienta	Descripción
Método	Sonómetros:	son dispositivos que miden el nivel de ruido en un punto específico y pueden proporcionar información sobre la intensidad del ruido y la duración del mismo.
	Dosímetros:	son dispositivos portátiles que miden la exposición personal al ruido durante un periodo de tiempo determinado.
	Monitores de ruido continuo:	son dispositivos que miden y registran el nivel de ruido de manera continua durante un periodo de tiempo determinado.
Sistema	Barreras de sonido:	son estructuras diseñadas para bloquear o reducir el ruido de la fuente, como paredes y paneles acústicos.
	Amortiguadores de ruido:	son dispositivos que reducen la propagación del sonido, como los amortiguadores de vibraciones y los aislantes acústicos.
	Cambios en el diseño de la obra:	se pueden implementar cambios en el diseño de la obra para reducir el ruido generado, como la selección de maquinaria de bajo ruido y la planificación del horario de trabajo para minimizar el impacto en la población cercana.
Tecnología	Sensores de ruido:	son dispositivos que pueden ser instalados en áreas específicas para monitorear el nivel de ruido y transmitir la información en tiempo real.
	Sistemas de alerta temprana:	son sistemas que alertan a los trabajadores y supervisores cuando el nivel de ruido supera un cierto umbral, permitiendo la adopción de medidas de mitigación en tiempo real.
	Modelos de predicción del ruido:	son herramientas informáticas que pueden ayudar a los profesionales a predecir el nivel de ruido en una obra específica y a identificar posibles soluciones de mitigación.

Fuente: NIOSH, 2018.

Realizado por: Leones, L., 2023.

2.2.14. Análisis de los impactos ambientales y sociales de la contaminación acústica en el contexto de la construcción de infraestructuras en el Ecuador

La contaminación acústica puede generar impactos adversos tanto en la biodiversidad como en el medio ambiente. Entre estos efectos se incluyen la alteración de los patrones de comportamiento de los animales y la reducción de la población de especies. Además, se ha observado que esta contaminación puede influir negativamente en la calidad del aire y del agua, así como contribuir al proceso de erosión del suelo (CEPAL, 2020, pág.5).

La exposición crónica a niveles elevados de ruido puede ocasionar consecuencias perjudiciales para la salud y la calidad de vida de la población. Estos efectos pueden manifestarse a través de la pérdida auditiva, la irritación del sistema nervioso, trastornos del sueño y altos niveles de estrés. Además, el ruido también puede impactar negativamente la calidad de vida de las personas al dificultar su capacidad de concentración, comunicación y disfrute del entorno en el que se desenvuelven (Seorl, 2021, pág.54).

Existen diversas medidas de mitigación y adaptación a la contaminación acústica que se pueden implementar. Estas estrategias incluyen la aplicación de tecnologías específicas diseñadas para reducir el ruido, como el uso de pantallas acústicas y materiales absorbentes de sonido. Asimismo, es fundamental llevar a cabo medidas de planificación y gestión del ruido, como la implementación de zonificación acústica y la restricción de horarios ruidosos (Catalan, 2023, pág.37).

Además de estas acciones, es importante realizar labores de educación y concientización para informar a la población sobre los impactos negativos del ruido en la salud y la calidad de vida. Esto puede incluir programas de sensibilización y difusión de buenas prácticas relacionadas con el control y la reducción del ruido (Buitrago et al., 2022, pág.4).

Por último, se recomienda fomentar el desarrollo de programas de monitoreo y evaluación de la contaminación acústica, con el objetivo de controlar y prevenir los efectos adversos del ruido en el medio ambiente y la salud humana. Estos programas permitirán realizar un seguimiento adecuado de los niveles de ruido y tomar las medidas necesarias para mitigar su impacto (Maya, 2020, pág.4).

2.2.15. Punto crítico de análisis (PCA)

Sitios o lugares, cercanos a una fuente fija de ruido (FFR), ocupados por receptores sensibles (humanos, fauna, etc.) que requieren de condiciones de tranquilidad y serenidad. La definición de

cercano en esta norma no se refiere a una distancia en metros, sino se refiere a los sitios o lugares en los cuales se escucha el ruido proveniente de una fuente fija de ruido (FFR) (TULSMA, Anexo5, 2015, pág.2).

2.2.16. Punto crítico de control (PCC)

Un punto de control crítico o PCC es una etapa del proceso en la que se tiene la oportunidad de prevenir, mitigar o eliminar por completo un peligro para la seguridad (TULSMA, Anexo5, 2015, pág.2).

2.2.17. Tamaño de muestra en el monitoreo de ruido

El tamaño de muestra, en el contexto de la investigación y estadísticas, se refiere al número de observaciones o elementos que se recopilan o seleccionan de una población o conjunto más grande para llevar a cabo un estudio o análisis. El tamaño de muestra es esencial en la investigación, ya que afecta la precisión y confiabilidad de los resultados. Una muestra adecuadamente seleccionada y de un tamaño suficientemente grande tiende a proporcionar estimaciones más precisas y generalizables sobre la población total (Muñoz et al., 2022, pág.1).

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

Ecuación 2-3: Formula de tamaño de muestra

N= población

n= muestra

p = probabilidad de favor (50%= 0.5)

q= probabilidad en contra (50%= 0.5)

z= nivel de confianza (95%)

e= error de muestra (0.05)

2.3. Base legal

La construcción de infraestructuras viales es esencial para el desarrollo económico y social de un país, sin embargo, esta actividad puede generar impactos negativos en el ambiente y la salud de las personas que viven en su entorno. Por lo tanto, es necesario contar con una base legal sólida que regule y controle la actividad de la construcción para minimizar estos impactos.

En Ecuador, la legislación ambiental y laboral establece las obligaciones y responsabilidades de los actores involucrados en la construcción de infraestructuras viales, incluyendo el cumplimiento de los límites máximos permisibles de ruido y la implementación de medidas de seguridad e higiene en el trabajo. En esta sección, se analizará la base legal que regula la construcción del puente sobre el río Guayllabamba, con el fin de identificar las normas y regulaciones aplicables a la temática del ruido y la seguridad laboral.

Constitución de la República del Ecuador

Título II:

Derechos;

Capítulo segundo Derechos del buen vivir

Sección segunda: Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o

los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Sección Séptima: Salud

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente

Libro VI

De la Calidad Ambiental

Art. 224.- De la evaluación, control y seguimiento. - La Autoridad Ambiental Competente, en cualquier momento podrá evaluar o disponer al Sujeto de Control la evaluación de la calidad ambiental por medio de muestreos del ruido ambiente y/o de fuentes de emisión de ruido que se establezcan en los mecanismos de evaluación y control ambiental. Para la determinación de ruido en fuentes fijas o móviles por medio de monitoreos programados, el Sujeto de Control deberá señalar las fuentes utilizadas diariamente y la potencia en la que funcionan a fin de que el muestreo o monitoreo sea válido; la omisión de dicha información o su entrega parcial o alterada será penada con las sanciones correspondientes.

Nota: Artículo sustituido por Acuerdo Ministerial No. 61, publicado en Registro Oficial Suplemento 316 de 4 de mayo del 2015.

Art. 226.- De la emisión de ruido. - Los Sujetos de Control que generen ruido deberán contemplar todas las alternativas metodológicas y tecnológicas con la finalidad de prevenir, minimizar y mitigar la generación de ruido. Nota: Artículo sustituido por Acuerdo Ministerial No. 61, publicado en Registro Oficial Suplemento 316 de 4 de mayo del 2015. Capítulo X

De los monitoreos

Art. 254.- De los tipos de monitoreo. - Los monitoreos ambientales que una determinada actividad requiera, deben estar detallados en los Planes de Manejo Ambiental respectivos; es posible realizar distintos tipos de monitoreos de acuerdo al sector, según la cantidad y magnitud de los impactos y riesgos contemplados en una obra, actividad, o proyecto. Entre ellos están monitoreos de la calidad de los recursos naturales y monitoreos a la gestión y cumplimiento de los Planes de Manejo Ambiental; monitoreos de descargas y vertidos líquidos; monitoreos de la calidad del agua del cuerpo receptor; monitoreos de emisiones a la atmósfera; monitoreos de ruido y vibraciones; monitoreo de la calidad del aire; monitoreos de componentes bióticos; monitoreos de suelos y sedimentos; monitoreos de lodos y ripsos de perforación; monitoreos de bioacumulación; y aquellos que requiera la Autoridad Ambiental Competente (Acuerdo Ministerial 028).

Código Orgánico del Ambiente

Art. 3.- Fines. Son fines de este Código: 1. Regular los derechos, garantías y principios relacionados con el ambiente sano y la naturaleza, previstos en la Constitución y los instrumentos internacionales ratificados por el Estado; 5. Regular las actividades que generen impacto y daño ambiental, a través de normas y parámetros que promuevan el respeto a la naturaleza, a la diversidad cultural, así como a los derechos de las generaciones presentes y futuras.

Art. 7.- Deberes comunes del Estado y las personas. Son de interés público y por lo tanto deberes del Estado y de todas las personas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades y colectivos, los siguientes:

1. Respetar los derechos de la naturaleza y utilizar los recursos naturales, los bienes tangibles e intangibles asociados a ellos, de modo racional y sostenible;
2. Proteger, conservar y restaurar el patrimonio natural nacional, los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país;
3. Crear y fortalecer las condiciones para la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático;
4. Prevenir, evitar y reparar de forma integral los daños y pasivos ambientales y sociales; e, Informar, comunicar o denunciar ante la autoridad competente cualquier actividad contaminante que produzca o pueda producir impactos o daños ambientales.

Art. 9.- Principios ambientales. En concordancia con lo establecido en la Constitución y en los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los principios ambientales que contiene este Código constituyen los fundamentos conceptuales para todas las decisiones y actividades públicas o privadas de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, en relación con la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente.

Art. 194.- Del ruido y vibraciones. La Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con la Autoridad Nacional de Salud, expedirá normas técnicas para el control de la contaminación por ruido, de conformidad con la ley y las reglas establecidas en este Código. Estas normas establecerán niveles máximos permisibles de ruido, según el uso del suelo y la fuente, e indicarán los métodos y los procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido en el ambiente, así como las disposiciones para la prevención y control de ruidos y los lineamientos para la evaluación de vibraciones en edificaciones. Se difundirá al público toda la información relacionada con la contaminación acústica y los parámetros o criterios de la calidad acústica permisibles, según los instrumentos necesarios que se establezcan en cada territorio. Los criterios de calidad de ruido y vibraciones se realizarán de conformidad con los planes de ordenamiento territorial (COA, 2017, pág.1).

Acuerdo Ministerial 097-A Libro VI-Anexo 5 (Normativa en el Ecuador)

El nivel de presión sonora continua equivalente corregido, LK_{eq} en decibeles, obtenido de la evaluación de ruido emitido por las fuentes fijas de ruido (FFR), no podrá exceder los niveles que se fijan en la Tabla 1, de acuerdo con el uso del suelo en que se encuentre (Acuerdo Ministerial 097-A Libro VI-Anexo 5, 2015).

Tabla 2-4: Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas 097-A

Tabla 1. Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido		
NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR		
Uso de Suelo	LK_{eq} (dB)	
	Periodo Diurno 07:01 hasta 21:00 horas	Periodo Nocturno 21:01 hasta 07:00
Residencia (R1)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociables (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID1/ID2)	70	65

Uso Múltiple	<p>Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el LKeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación.</p> <p>Ejemplo: Uso de suelo residencial + ID2</p> <p>LKeq para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45 dB.</p>
Protección Ecológica (PE)	<p>La determinación del LKeq para estos casos se lo llevara acabo de acuerdo con el procedimiento descrito en el Anexo 4.</p>
Recursos Naturales (RN)	

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A Libro VI-anexo 5, 2015.

Realizado por: Leones, L., 2023.

Tabla 2-5: Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes móviles 097-A

Tabla 2. Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes móviles		
NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR		
CATEGORÍA DE VEHÍCULO	LKeq (dB)	
	Descripción	máximo dB (A)
	De hasta 200 c.c	80
	Entre 200 y 500 c.c	85
Motocicletas	Mayores a 500 c.c	86
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor	80
Vehículos	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 toneladas	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 toneladas	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 toneladas y potencia de motor mayor a 200 HP	85
	Peso máximo hasta 3,5 toneladas	81
Vehículo de carga	Peso máximo de 3,5 toneladas hasta 12 toneladas	86
	Peso máximo mayor a 12 toneladas	88

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A Libro VI-anexo 5, 2015.

Realizado por: Leones, L., 2023.

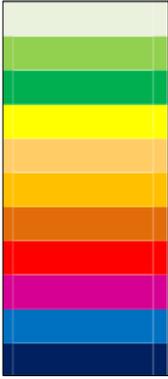
Representación de niveles sonoros

Un mapa de ruido entrega información gráfica del comportamiento acústico de un área geográfica (país, región, ciudad) en un instante fijo. A partir de un mapa de ruido se puede obtener valiosa

información para la planificación urbana, así como medidas de apoyo en la medición y control de ruido ambiental.

Comúnmente los niveles de ruido son representados por medio de colores. Esta serie de colores se puede encontrar en la norma técnica ISO 1996-2 organiza una serie de colores dependiendo el nivel de presión sonora en tramos de 5 dB con un color distinto como se puede ver en la tabla

Tabla 2-6: Niveles de presión sonora ISO 1996-2

Colores para la elaboración del mapa de ruido ISO 1996-2:2007			
Nivel Sonoro	Nombre del color	Color	Trama
<35	Verde claro		Densidad baja
35-40	Verde		Densidad media
40-45	Verde oscuro		Densidad Alta
45-50	Amarillo		Densidad baja
50-55	Ocre		Densidad media
55-60	Naranja		Densidad Alta
60-65	Cinabrio		Densidad baja
65-70	Carmin		Densidad media
70-75	Rojo lila		Densidad Alta
75-80	Azul		Densidad media
80-85	Azul oscuro		Densidad Alta

Fuente: ISO 1996-2, 2007.

Realizado por: Leones, L., 2023.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

Este fue un tipo de análisis cuantitativo porque al recopilar datos sobre los niveles de ruido se pudo analizar y comparar el nivel de contaminación en el sitio de construcción del puente y, por lo tanto, hacer recomendaciones específicas para reducir y controlar las emisiones de ruido.

- **Descriptivo:** El proyecto pretendió determinar la influencia de ruido en la construcción midiendo y recopilando datos, analizando e interpretando los resultados para conocer sus niveles de contaminación.
- **Transversal:** La investigación se dio en un periodo de tiempo determinado y analizó la influencia del ruido en las actividades industriales en la construcción del puente sobre el río.
- **Lateral:** El levantamiento se realizó en un determinado período de tiempo y se analizó la incidencia con el entorno circundante.
- **De Campo:** Porque se realizaron recorridos en el área de construcción del puente para monitorear las instalaciones de trabajo.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño fue "no experimental" ya que no involucró la manipulación directa de variables independientes. En lugar de ello, se trató de un estudio observacional que buscó recopilar información sobre el fenómeno de interés, en este caso el ruido generado por las actividades industriales relacionadas con la construcción del puente, y su impacto en el ambiente y en las personas.

3.3. Planteamiento de problema

El nivel de ruido generado por las actividades industriales en la construcción del puente sobre el río Guayllabamba superan los límites permitidos por las normas y regulaciones relacionadas con el ruido producido.

3.4. Identificación de variables

Tabla 3-1: Variables

Dependiente	Independiente	Interviniente
Contaminación Sonora	Ruido Laboral en la construcción	Distancia y Tiempo de muestreo

Realizado por: Leones, L., 2023.

3.5. Método de muestreo

Se utilizó un método de muestreo aleatorio simple en el que se seleccionó una muestra aleatoria de individuos o entidades de la población de estudio, lo que permitió obtener una muestra representativa.

3.6. Localización

El presente estudio se realizó en la provincia de Pichincha, específicamente en el cantón de San Miguel de los Bancos, en el marco de la construcción del puente sobre el río Guayllabamba.

Tabla 3-2: Coordenadas UTM WGS 84 (17 Norte)

Coordenadas UTM		Coordenadas en relación con la línea equinoccial (17 N)	
X	Y	X	Y
35520	699943	33521	699942

Realizado por: Leones, L., 2023.

3.6.1. Identificación de puntos de monitoreo

Debido a que la muestra fue completamente aleatoria, y teniendo en cuenta el tamaño en las instalaciones, se identificaron 32 puntos de monitoreo distribuidos por toda la zona.

Tabla 3-3: Puntos de monitoreo (WGS 84 - 17 Norte)

Punto	Coordenadas UTM		Coordenadas en relación con la línea equinoccial (17 N)	
	X	Y	X	Y
P1	699881	35416	699882	35415
P2	699865	35443	699864	35444
P3	699897	35424	699898	35423
P4	699883	35446	699882	35447
P5	699868	35466	699869	35465
P6	699916	35453	699915	35454
P7	699900	35475	699901	35474

P8	699885	35493	699884	35494
P9	699931	35481	699932	35480
P10	699922	35507	699921	35508
P11	699906	35530	699907	35529
P12	699960	35509	699959	35510
P13	699941	35528	699942	35527
P14	699982	35527	699981	35528
P15	699960	35554	699961	35553
P16	699976	35547	699975	35548
P17	700141	35628	700142	35627
P18	700122	35665	700121	35666
P19	700117	35634	700118	35633
P20	700121	35609	700120	35610
P21	700094	35659	700095	35658
P22	700096	35627	700095	35628
P23	700091	35597	700092	35596
P24	700059	35644	700058	35645
P25	700063	35617	700064	35616
P26	700067	35584	700066	35585
P27	700023	35635	700024	35634
P28	700029	35599	700028	35600
P29	700031	35565	700032	35564
P30	699997	35585	699996	35586
P31	699995	35560	699996	35559
P32	700014	35552	700013	35553

Realizado por: Leones, L., 2023.

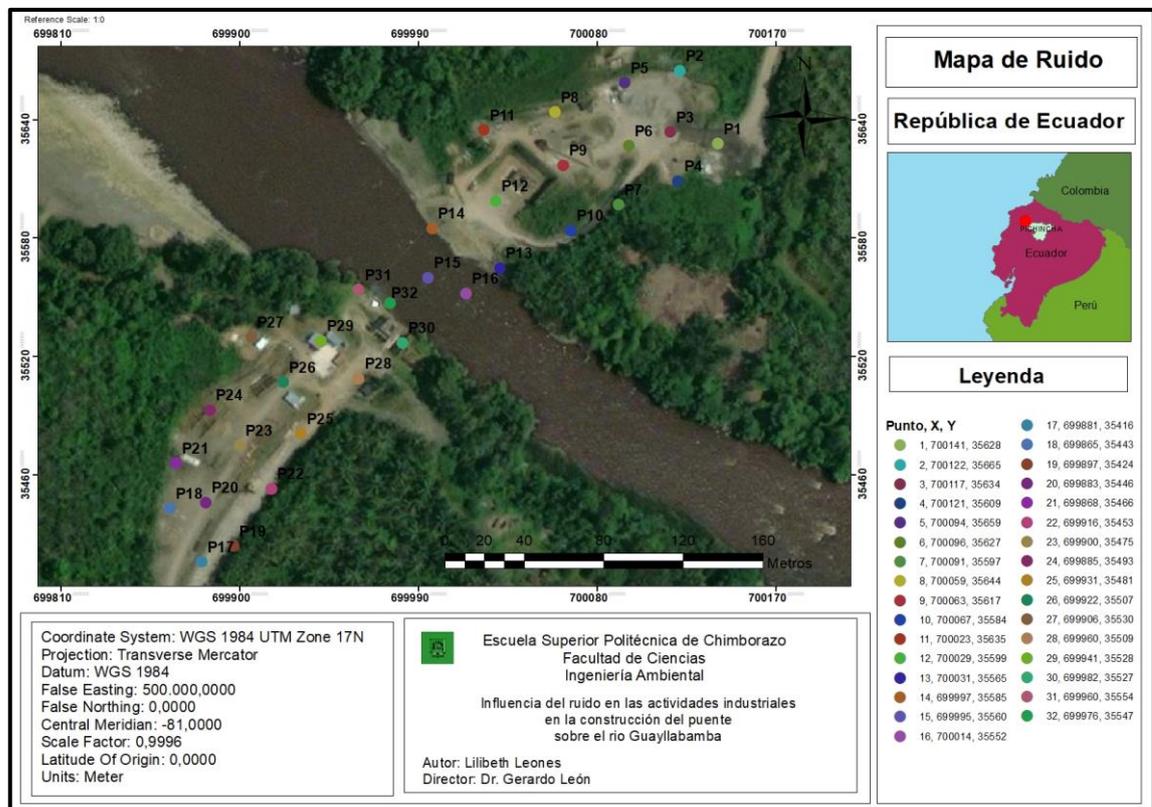


Ilustración 3-1: Puntos georreferenciados

3.7. Modelo estadístico

Se realizó un análisis estadístico descriptivo para determinar los niveles de ruido acústico (contaminación acústica) generado por la construcción del puente en el río Guayllabamba.

3.8. Técnicas de monitoreo

- **Identificación de fuentes de ruido:** Se identificó las fuentes de ruido que pueden estar presentes en la zona de construcción del puente, como el tráfico vehicular, la maquinaria pesada, las herramientas y los equipos de construcción.
- **Determinación de objetivos de medición:** Se evaluó el ruido en un entorno industrial, se determinó el nivel de ruido máximo en ese entorno.
- **Selección de puntos de monitoreo:** Se seleccionaron puntos de monitoreo en áreas donde se esperó que el ruido tenga un mayor impacto, como las zonas cercanas a las fuentes de ruido. Se consideró el tamaño del área de construcción y la densidad de las fuentes de ruido al seleccionar los puntos de monitoreo.
- **Evaluación de la ubicación de los puntos de monitoreo:** Se evaluó la ubicación de los puntos de monitoreo y considero la presencia de barreras acústicas naturales, como árboles o muros, que puedan afectar la propagación del sonido. Se aseguró de que los puntos de monitoreo se encuentren lo suficientemente cerca de las fuentes de ruido para obtener mediciones precisas.
- **Realización de mediciones:** Se utilizó un equipo de medición de ruido adecuados en los puntos de monitoreo seleccionados (sonómetro). Se consideró el tiempo de medición, la frecuencia de muestreo y los intervalos de tiempo para obtener mediciones precisas. El registro
- **Realización de mapas de ruido:** Se utilizó el software Arcgis 10.9 para la elaboración del mapa de ruido, su realización se ejecutó una vez finalizado la toma de nivel de ruido en la zona de construcción.

- **Cumplimiento de normativa ambiental:** Se realizó una comparación entre los niveles de decibelios registrados durante el monitoreo en la construcción del puente sobre el río Guayllabamba y la legislación vigente aplicable.

3.8.1. Registro de decibeles

Durante 3 semanas consecutivas (de lunes a sábado), se llevó a cabo la medición de ruido en horarios de monitoreo de 9H00 a 12H00. Cada toma de ruido se repitió 5 veces con el objetivo de evitar mediciones incorrectas y reducir el margen de error.

3.9. Equipo y materiales

Tabla 3-4: Equipo

	Equipo	Imagen referencial
Sonómetro	<p>Bajo consumo de energía durante mucho tiempo utilizando. Simple de operar y cómodo de usar. Diseño ergonómico para un manejo cómodo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rango de medición: 30 ~ 130dBA • Exactitud: $\pm 1.5\text{dB}$ • Respuesta de frecuencia: 31.5Hz ~ 8KHz • Resolución: 0.1dB • Temperatura y humedad de trabajo: 0 ~ 40 $^{\circ}\text{C}$, 10 ~ 80% RH • Temperatura y humedad de almacenamiento: -10 ~ 60 $^{\circ}\text{C}$, 0 ~ 90% HR • Fuente de alimentación: 3 * 1.5V pilas AAA (las baterías no están incluidas) • Dimensión externa: 50 * 33 * 159.5mm • Consulte todo lo necesario antes de dar clic en comprar. • El valor del envío lo cubre el comprador. 	
GPS	<ul style="list-style-type: none"> • Marca: Garmin • Modelo: Etrex 10 • Velocidad del viento: 1 km/h a 218 km/h • Temperatura: -45 $^{\circ}\text{C}$ a 125 $^{\circ}\text{C}$ • Presión Barométrica: 10 a 1100 hPa/mb – 0.15 a 16 PSI • Humedad: 0-100 % Humedad Relativa 	
Encuesta		

Realizado por: Leones, L., 2023.

3.10. Parte experimental

Se recopiló y revisó toda la información disponible sobre el área en cuestión, incluyendo mapas topográficos, registros históricos y datos geoespaciales relevantes.

Se realizaron visitas al sitio de construcción para llevar a cabo una observación detallada de las características físicas y ambientales. Se prestaron especial atención a aspectos como la topografía del terreno, la vegetación circundante, la presencia de cuerpos de agua y las infraestructuras existentes.

Se recopilaron datos meteorológicos significativos del lugar de estudio utilizando la estación meteorológica "San Marco-La Celica". Esto incluyó la obtención de datos como las temperaturas promedio, que resultaron fundamentales para comprender el clima durante el período de estudio. Estos datos meteorológicos permitieron evaluar cómo las condiciones ambientales podrían haber influido en las mediciones de ruido y sus resultados.

Se llevó a cabo una evaluación detallada del uso actual del suelo en la zona de construcción. Se examinaron aspectos como la zonificación del área, las actividades agrícolas y urbanas, las infraestructuras presentes y cualquier actividad humana relevante que pudiera tener impacto en la caracterización ambiental. La observación directa y la recopilación de datos de niveles de ruido (db (A)) fueron métodos utilizados para obtener información precisa sobre el sitio.

Durante esta fase, se identificaron los Puntos críticos de control (PCC) y los Puntos críticos de análisis (PCA) pertinentes para el área de estudio. Estos parámetros desempeñaron un papel crucial en la determinación de los puntos de muestreo y monitoreo. Los PCC proporcionaron directrices para controlar y mitigar los niveles de ruido generados por las actividades industriales, mientras que los PCA establecieron los límites permisibles de ruido ambiental en el entorno cercano al lugar de construcción.

Para facilitar el análisis y la comparación de los niveles de ruido medidos, se realizaron cálculos y preparaciones de datos en hojas de cálculo de Excel. Esto incluyó operaciones matemáticas como sumas y promedios para obtener valores representativos de los niveles de ruido en diferentes momentos y ubicaciones.

Todos los datos recopilados en cada etapa fueron procesados y analizados de manera rigurosa. Se llevaron a cabo análisis estadísticos y geospaciales para sintetizar la información y crear una descripción completa de las características de la zona de monitoreo.

3.10.1. Etapa de monitoreo

3.10.1.1. Calibración del sonómetro

- Durante el proceso de monitoreo de ruido, se utilizó el sonómetro modelo SLM30-130 para obtener los datos necesarios. Antes de iniciar el monitoreo, se realizó una calibración previa del sonómetro para asegurar la precisión y confiabilidad de las mediciones.
- La calibración del sonómetro se llevó a cabo en un laboratorio de metrología llamado "Tecnicaprecisión" ubicado en la ciudad de Quito. Este laboratorio cuenta con la experiencia y los equipos necesarios para realizar calibraciones de sonómetros de acuerdo con los estándares establecidos.

3.10.1.2. Levantamiento de datos

Medición de niveles de ruido producido por una fuente fija (Acuerdo Ministerial 097-Anexo 5, pág.9):

- **Determinación de zonas críticas y mapas estratégicos de ruido:** Se realizó un reconocimiento inicial previo a la medición del nivel sonoro emitido por una fuente fija. El objetivo era recopilar información técnica y administrativa, así como identificar las zonas críticas. Estas zonas críticas exteriores fueron localizadas y se establecieron allí los puntos de muestreo para la fuente fija.
- **Sitios de medición:** Para determinar el nivel de ruido de la fuente fija, se realizaron mediciones a una distancia de 3 metros fuera del límite físico o lindero del predio donde se encuentra ubicada la fuente. La elección de la ubicación y el número de puntos de medición se basó en las zonas críticas identificadas en la etapa anterior.
- **Medición de campo:** Una vez establecidos los puntos de medición, se llevó a cabo la medición de campo de manera continua o semicontinua, considerando las condiciones normales de operación de la fuente fija. Se registraron al menos cinco mediciones de un

minuto cada una, en el caso de ruido estable, o diez mediciones de un minuto cada una, si se trataba de ruido fluctuante, en cada punto monitoreado.

- **Equipamiento utilizado:** Las mediciones de ruido en el ambiente exterior se realizaron con un sonómetro que previamente fue calibrado. Los selectores del sonómetro se ajustaron al filtro de ponderación A y a la respuesta lenta (slow). Los sonómetros utilizados cumplían con los requisitos establecidos por las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC 61672-1:2002 o equivalente), lo cual fue verificado mediante el certificado de fábrica del instrumento.
- **Condiciones de medición:** El micrófono del instrumento de medición se ubicó a una altura entre 1,0 y 1,5 metros del suelo y a una distancia de al menos 3 metros de las paredes de edificios o estructuras que pudieran reflejar el sonido. Se utilizó una pantalla anti viento en el micrófono y se evitó la exposición a vibraciones mecánicas. En caso de vientos fuertes, se empleó una pantalla protectora en el micrófono. Las mediciones no se llevaron a cabo en presencia de lluvia, truenos, granizo o vientos fuertes. Además, las mediciones se realizaron en condiciones normales de operación, por lo que cualquier alteración en estas condiciones implicaba la suspensión de la medición.

3.10.1.3. Tipo de ruido

El tipo de ruido generado por la construcción del puente sobre el río Guayllabamba era considerado fluctuante. Esto se debía a que las actividades de construcción, como el movimiento de maquinaria pesada, el uso de herramientas y equipos, así como el transporte de materiales, generaban niveles de ruido variables en el tiempo. Es por eso por lo que las mediciones de ruido fluctuante se basaron en la metodología establecida por el acuerdo ministerial 097-A (Libro VI-Anexo 5, 2015, pág.10).

En cada punto de medición, se colocó el micrófono o el sonómetro apuntando hacia la fuente y se giró en un ángulo de 45 grados cada 15 segundos. Este proceso se llevó a cabo durante un lapso mínimo de 10 minutos, permitiendo el registro continuo de la señal de ruido. Al completarse este período, se trasladó el micrófono al siguiente punto y se repitió la operación. Durante el cambio de punto de medición, se interrumpió la grabación o el almacenamiento de la señal, dejando un espacio en los datos registrados para indicar el cambio del punto de medición.

3.10.1.4. Determinación del nivel de ruido de fondo

La determinación de ruido de fondo trasladándose 5 m en dirección opuesta a la fuente y realizando la medición, en tres puntos. El primero directamente en frente de la fuente de emisión, el segundo desplazándose 50 m a la derecha del punto 1, y el tercero desplazándose 50 m a la izquierda del punto 1. Si el promedio de estas tres mediciones sobrepasa el valor medido, se reportará que el ruido ambiental es superior al generado por la fuente fija y se reportará el valor medido sin aplicar el factor de corrección respectivo (Libro VI-Anexo 5, 2015, pág.11).

3.10.1.5. Generación de mapas de ruido

- Una vez obtenidos los datos de nivel de ruido en dB, se procedió a ingresarlos en una hoja de cálculo de Excel para su posterior análisis. En Excel, se realizaron las transformaciones y cálculos necesarios para preparar los datos para su uso en ArcGIS, una plataforma de sistemas de información geográfica.
- Usando ArcGIS, se realizaron mapas cartográficos para representar la distribución y dispersión del ruido en el área de estudio. Se utilizaron técnicas de interpolación para generar mapas que mostraban la intensidad relativa del ruido en diferentes puntos del área. Estos mapas proporcionaron una visualización clara de las áreas con altos niveles de ruido y ayudaron a identificar zonas críticas en términos de impacto acústico. Además, se utilizaron símbolos o colores para resaltar las diferencias en los niveles de ruido y facilitar la interpretación de los resultados.
- Posteriormente, los mapas de ruido generados fueron comparados con la legislación ambiental vigente en Ecuador. Se tuvieron en cuenta los límites y estándares establecidos por la normativa ambiental para evaluar el cumplimiento de los niveles de ruido en el área de estudio.

3.10.2. Encuesta

- Durante el proceso de reconocimiento del lugar de monitoreo, se llevó a cabo la elaboración de encuestas dirigidas a los trabajadores. Se consideraron cuidadosamente 10 preguntas relevantes con el fin de obtener información valiosa.
- Asimismo, se encuestó a un total de 35 personas durante las jornadas de descanso laboral. Esto permitió obtener una muestra representativa de los trabajadores involucrados en las actividades del lugar de monitoreo.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Identificación de los niveles de ruido mínimos y máximos producidos en el área de construcción del puente sobre el río Guayllabamba

4.1.1. Área de estudio y ubicación

El presente estudio se llevó a cabo en el área de construcción del puente sobre el río Guayllabamba. El río Guayllabamba es un cuerpo de agua que atraviesa esta región y su construcción representa un hito significativo en términos de infraestructura vial. La ubicación fue seleccionada debido a su relevancia estratégica y la naturaleza crítica del proyecto del puente, así como la potencial influencia del ruido generado por las actividades industriales en esta área. La cercanía a zonas residenciales, comerciales y posiblemente áreas naturales sensibles subraya la importancia de evaluar y mitigar adecuadamente los impactos ambientales, incluido el ruido, asociados con la construcción.

4.1.1.1. Mapa de área de estudio

A continuación, se presenta un mapa que ilustra el área de estudio donde se llevó a cabo la investigación sobre la influencia del ruido en las actividades industriales en la construcción del puente sobre el río Guayllabamba.

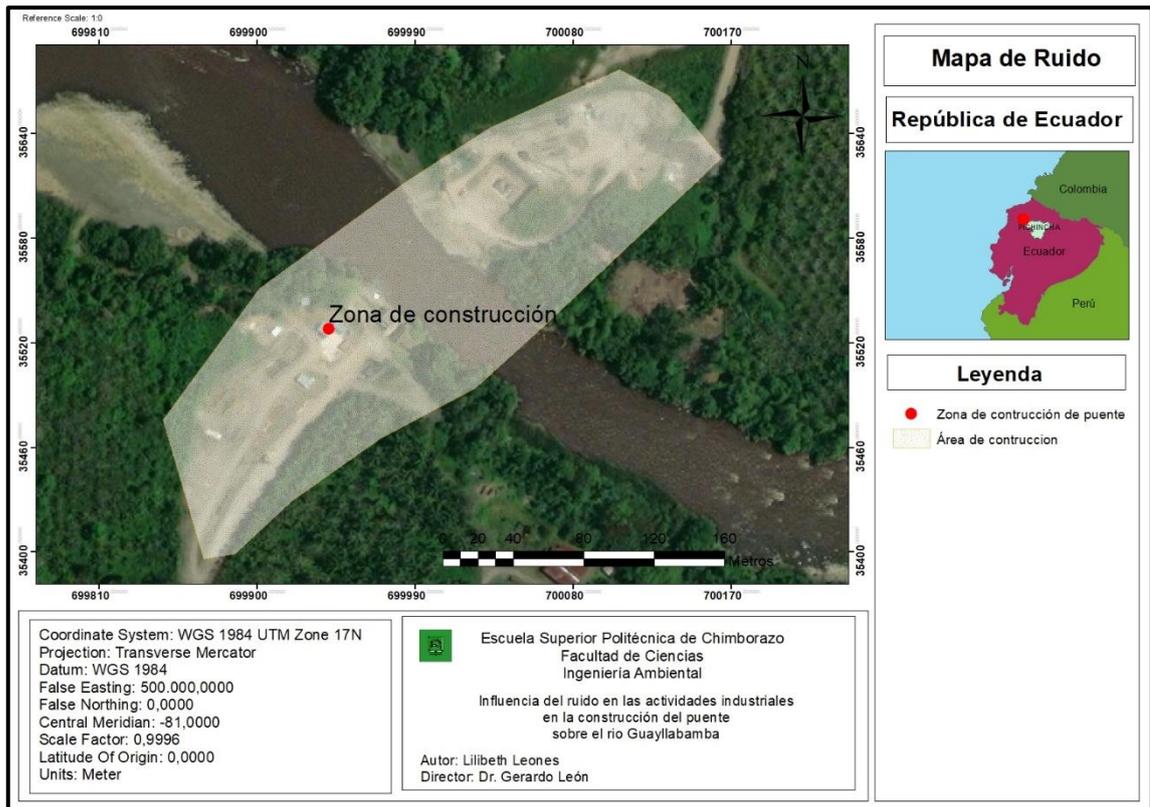


Ilustración 4-1: Mapa de área de estudio

Realizado por: Leones, L., 2023.

Tabla 4-1: Actividades identificadas en la zona de monitoreo

Actividades y Herramientas Comunes	Uso de amoladoras, moladoras, oxicortes y martillos rotomartillo para cortes de acero y varillas.
	Armado y figurado de hierro para la construcción de estructuras.
	Uso de grúas para el movimiento de vigas y elementos pesados.
	Fundición y desencofrado de dovelas.
	Soldadura y uso de soldadoras.
	Uso de mezcladoras y plantas de hormigón.
	Trabajos de loza (losa de concreto).
	Corte y armado de tubos.
	Uso de trozadoras y trozadoras de concreto.
	Construcción de Dovela, en arquitectura e ingeniería civil, es un elemento constructivo que conforma un arco y que puede ser de diferentes materiales
Áreas específicas	Garita: Lugar destinado para el control de acceso y seguridad en el sitio de construcción.
	Bodega: Espacio utilizado para el almacenamiento de materiales y herramientas.
	Parqueadero: Área designada para el estacionamiento de vehículos y maquinaria.
	Área de Combustible: Zona donde se almacenan y manipulan los combustibles utilizados por la maquinaria.
	Área de Refrigerio: Espacio destinado para que los trabajadores tomen sus descansos y comidas.
	Baños (hombres y mujeres): Instalaciones sanitarias para el personal.

	Puntos fuera de la loza: Sitios de trabajo que se encuentran fuera de la zona principal de construcción.
Elementos generadores de ruido	Generadores: Utilizados para suministrar energía eléctrica en el sitio de trabajo.
	Maquinaria pesada como grúas, mezcladoras, y concreteteras.
	Herramientas de corte y desencofrado como amoladoras, oxicortes, y martillos rotomartillo.

Realizado por: Leones, L., 2023.

El sitio de trabajo de construcción del puente sobre el río Guayllabamba se caracteriza por ser una zona altamente activa y dinámica, donde se llevan a cabo diversas actividades industriales relacionadas con la construcción y montaje de la infraestructura. Durante las tres semanas de monitoreo, se observó la presencia constante de maquinaria pesada como grúas, concreteteras y mezcladoras, así como el uso frecuente de herramientas eléctricas y de corte, como amoladoras, taladros y soldadoras. Además, la manipulación de materiales como acero, varillas y hormigón es un área común en este lugar.

4.1.2. Identificación de puntos

Tabla 4-2: Características registradas de los puntos de monitoreo

La do	P un to	Característ ica 1	Característ ica 2	Caracter ística 3	Característica 4	Característi ca 5	Característi ca 6	Caracter ística 7	Característic a 8	Caracte rística 9	Característica 10	Caract erística 11	Caracterí stica 12	Característi ca 13
Izq uiero do	1	Generador	Cortes de acero	Uso amoladora	Corte varilla	Uso mixer	Armado y figurado de hierro	Uso de concretera	Armado de planta de hormigón	Uso soldadora	Loza	Uso amoladora	Desenconf rado de dovela	Corte varilla
	2	Soldadura	ortes de acero	Cortes de acero	Uso de grúa (movimiento de vigas)	Generador	Armado y figurado de hierro	Uso concretera	Armado de planta de hormigón	Uso soldadora	Generador	Uso amoladora	Cortes de acero	Desenconf rado de dovela
	3	Cortes de aceros	Fundición	Uso rota martillo	Desenconf rado de dovela	Cortes de acero	Armado y figurado de hierro	Armado de dovelas	Armado de planta de hormigón	Uso soldadora	Uso amoladora	Corte varilla	Loza	Cortes de acero
	4	Loza	Uso amoladora	Uso amoladora	Uso de grúa (movimiento de vigas)	Bodega	Cortes de acero	Armado de dovelas	Armado de dovela	Generador	Uso amoladora	Corte varilla	Loza uso soldadora	Loza
	5	Bodega	Amoladora corte varilla	Loza	Loza	Uso de grúa	Uso grúa	Armado de dovelas	Armado de dovela	Bodega	Corte varilla	Desenconf rado	Corte varilla	Loza uso soldadora
	6	Generador	Uso taladro	Uso amoladora	Planta hormigón	Uso de grúa	Uso grúa	Armado de dovelas	Generador	Cortes de acero	Corte varilla	Cortes de acero	Corte varilla	Corte varilla
	7	Soldadura	Cortes de acero	Cortes de acero	Uso amoladora	Uso circular	Área de combustible	Uso soldadora	Armado de hierro	Maquina tensadora	Armado de dovela	Generador	Uso amoladora	Corte varilla
	8	Cortes de aceros	Pulido de hormigón	Lateral cortes de acero	Uso amoladora	Uso circular	Soldadura	Uso soldadora	Uso amoladora	Uso concrete ra	Armado de dovela	Uso de grúa	Fundición de dovela	Armado y figurado de hierro
	9	Planta hormigón	Loza	Uso amoladora	Fundición de dovela	Uso gallineta	Uso de concretera	Uso circular	Parqueadero	Uso amoladora	Uso amoladora	Fundid o de dovela	Fundición de dovela	Fundición de dovela
	10	Generador	Generador	Corte varilla	Fundición de dovela	Uso gallineta	Uso de concretera	Uso gallineta	Uso mixer	Uso amoladora	Soldadura	Fundid o de dovela	Desenconf rado de dovela	Fundición de dovela
	11	Fundición	Generador	Corte tablero	Desenconf rado de dovela	Uso gallineta	Uso de concretera	Garita	Uso mixer	Uso trozadora	Uso de grúa	Fundid o de dovela	Cortes de acero	Fundición de dovela

	12	Cortes de acero	Cortes de acero	Cerca del generador	Cortes de acero	Corte varilla	Uso de concretera	Área de combustible	Uso mixer	Uso trozadora	Uso rotomartillo	Fundido de dovola	Loza	Fundición de dovola
	13	Planta hormigón	Cortes de acero	Cortes de acero	Loza	Corte varilla	Bodega lado derecho	Uso mixer	Uso mixer	Soldadura	Uso rotomartillo	Fundido de dovola	Loza uso soldadora	Fundición de dovola
	14	Loza	Loza	Corte varilla	Loza uso soldadora	Corte de tubos	Bodega lado izquierdo	Uso mixer	Uso mixer	Estación de grúa	Uso rotomartillo	Fundido de dovola	Generador	Fundición de dovola
	15	Loza uso Amoladora	Armado dovola	Uso amoladora	Corte varilla	Corte tubos	Garita	Uso mixer	Área de combustible	Parqueadero	Uso de grúa	Fundido de dovola	Corte varilla	Fundición de dovola
	16	Generador	Uso oxicorte	Lateral cortes de acero	Corte varilla	Garita	Soldadura	Uso mixer	Uso grúa	Uso trozadora	Uso de grúa	Fundido de dovola	Uso amoladora	Fundición de dovola
Der echo	17	Generador 1	Amoladora	Uso amoladora	Loza	Armado y figurado de hierro	Desencofrado de dovola	Uso amoladora	Uso amoladora	Uso concretera	Cortes de acero	Uso mixer	Garita	Loza uso soldadora
	18	Esquina grúa 2	Armado hierro	Uso amoladora	Corte varilla	Uso de trozadora	Cortes de acero	Uso amoladora	Corte varilla	Área de combustible	Bodega	Generador	Uso grúa	Puntos fuera de la loza
	19	Loza 3	Loza	Cortes de acero	Corte varilla	Fundición de dovola	Loza	Cortes de acero	Generador	Generador	Uso oxicorte	Cortes de acero	Uso grúa	Entrada al campamento
	20	Cortes de acero	Uso amoladora	Lateral cortes de acero	Corte tubo	Uso amoladora	Loza uso soldadora	Lateral cortes de acero	Corte varilla	Cortes de acero	Uso oxicorte	Bodega	Cortes de acero	Parqueadero
	21	Bodega	Cortes de acero	Uso amoladora	Cortes de acero	Uso amoladora	Corte varilla	Uso amoladora	Corte varilla	Bodega	Uso oxicorte	Uso de grúa	Uso concretera	Parqueadero
	22	Generador 1	Uso de martillos	Corte tablero	Soldadura	Armado y figurado de hierro	Corte varilla	Corte tablero	Uso rotomartillo	Uso de grúa	Uso oxicorte	Uso de grúa	Uso de concretera	Parqueadero
	23	Loza	Bodega	Desencofrado	Corte de cigas con oxicorte	Uso amoladora	Armado y figurado de hierro	Desencofrado	Cortes de acero	Uso de grúa	Generador	Uso circular	Uso de concretera	Baños hombres
	24	Garita	Loza	Cortes de acero	Desencofrado de dovola	Uso amoladora	Armado y figurado de hierro	Cortes de acero	Uso rotomartillo	Uso de grúa	Área de combustible	Uso circular	Uso de concretera	Baños mujeres

25	Cortes de acero y bodega 4	Uso amoladora	Loza	Cortes de acero	Armado y figurado de hierro	Armado y figurado de hierro	Loza	Uso rotomartillo	Uso amoladora	Uso soldadora	Uso gallineta	Uso de concretera	Área de refrigerio
26	Generador 1	Corte de cable	Loza uso soldadora	Soldadura	Fundición de dovola	Armado y figurado de hierro	Loza uso soldadora	Uso rotomartillo	Uso amoladora	Uso soldadora	Uso gallineta	Uso concretera	Área de refrigerio
27	Loza	Generador	Corte varilla	Desenconfado de dovola	Fundición de dovola	Armado y figurado de hierro	Corte varilla	Uso rotomartillo	Maquina tensadora	Uso circular	Uso gallineta	Área de combustib le	Punto fuera de la loza
28	Cortes de acero y bodega	Cortes de acero	Uso 2 amoladoras	Corte varilla	Fundición de dovola	Desenconfado de dovola	Desenconfado	Desenconfado	Maquina tensadora	Uso circular	Corte varilla	Uso oxicorte	Punto fuera de la loza
29	Garita	Parte trasera cortes de acero	Generador	Armado y figurado de hierro	Fundición de dovola	Desenconfado de dovola	Generador	Desenconfado	Maquina tensadora	Soldadura	Corte varilla	Uso oxicorte	Punto fuera de la loza
30	Bodega	Loza	Cortes de acero	Corte y armado de tubos	Fundición de dovola	Desenconfado de dovola	Cortes de acero	Desenconfado	Uso soldadora	Garita	Corte de tubos	Parqueadero	Zona de soldadura
31	Generador	Loza	Lateral cortes de acero	Uso de trozadora	Fundición de dovola	Cortes de acero	Lateral cortes de acero	Uso oxicorte	Uso circular	Uso de grúa (movimiento de vigas)	Corte tubos	Bodega lado derecho	Punto fuera de la loza
32	Loza uso soldadora	Uso oxicorte	Uso amoladora	Uso de trozadora	Fundición de dovola	Soldadura	Uso amoladora	Uso oxicorte	Parqueadero	Cortes de acero	Garita	Bodega lado izquierdo	Punto fuera de la loza

Realizado por: Leones, L., 2023.

Tabla 4-3: Lista de maquinarias registradas de los puntos de monitoreo

Fuentes Fijas	Fuente Móviles
Generadores eléctricos (Generador 1, Generador).	Grúas (Uso de grúa, Uso de grúa (movimiento de vigas)).
Área de combustible.	Camiones (posiblemente utilizados para el transporte de materiales o maquinaria).
Fundición de dovelas.	Equipos portátiles como amoladoras, oxicortadoras, rotomartillos, taladros, trozadoras, entre otros (mencionados en varios puntos).
Estación de grúa.	Mixer (posiblemente una mezcladora de concreto).
Área de refrigerio.	Grua (uso grúa) - Nota: También se menciona en la categoría de fuentes fijas.
Área de soldadura.	Vehículos de combustible (Área de combustible).
Baños hombres.	Camiones de transporte de materiales (Bodega).
Baños mujeres.	
Puntos fuera de la loza.	
Zona de soldadura	

Realizado por: Leones, L., 2023.

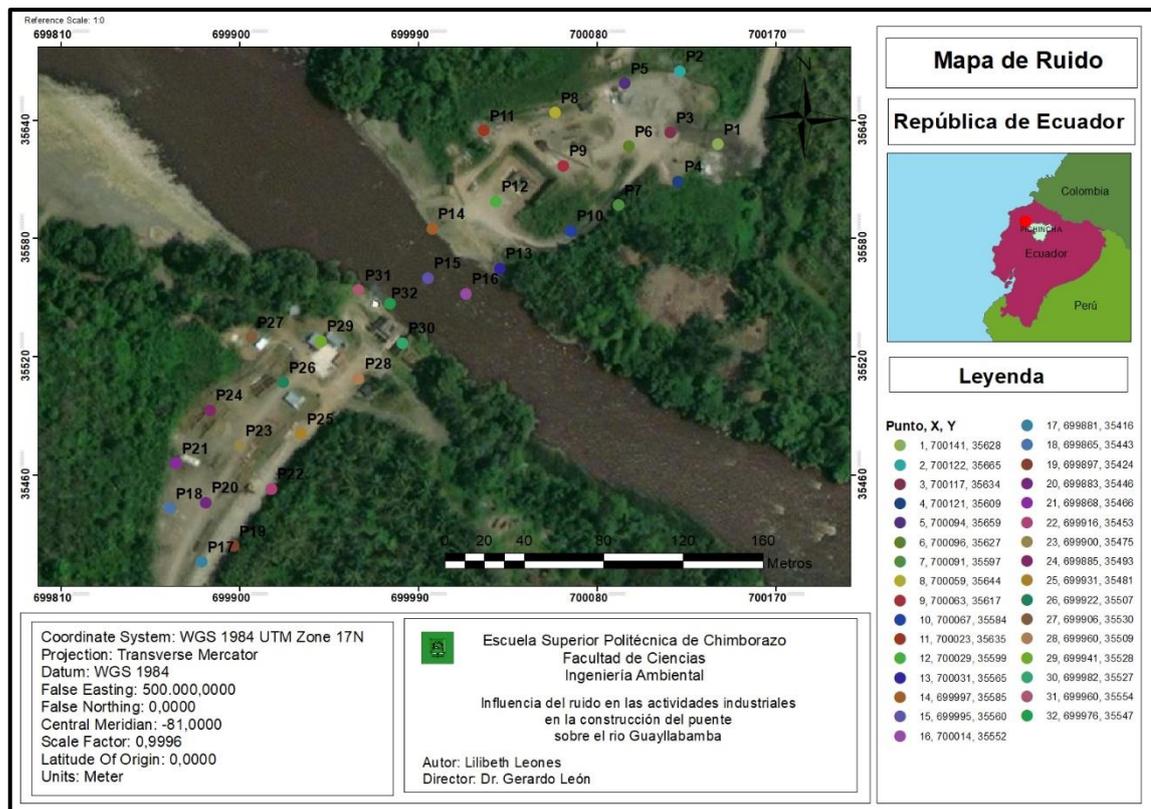


Ilustración 4-2: Ubicación de puntos de monitoreo y georreferenciados

Realizado por: Leones, L., 2023.

4.1.3. Corrección de ruido

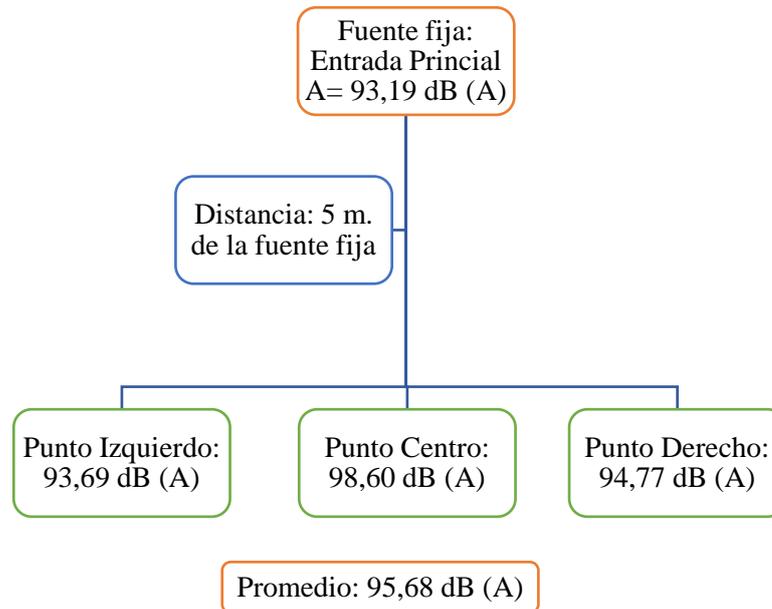


Ilustración 4-3: Medición de ruido de la fuente fija

Realizado por: Leones, L., 2023.

Según la Norma Técnica que establece los límites permisibles de ruido ambiente para fuentes fijas establece que, si el promedio de estas tres mediciones sobrepasa el valor medido, se reportará que el ruido ambiental es superior al generado por la fuente fija y por lo tanto no se aplicará el factor de corrección respectivo. En cambio, si el valor promedio es menor, se aplicará el factor de corrección establecido en el siguiente numeral (Libro VI-Anexo 5, s.f., p.11).

En este caso, al obtener un valor medido de 95,7 dB (A), el cual es mayor que 93,2 dB (A), se informó que el ruido ambiental es superior al generado por la fuente fija. En consecuencia, se reportó el valor de 95,7 dB (A) sin aplicar el factor de corrección respectivo.

4.1.4. Datos registrados

Tabla 4-4: Niveles registrados en la construcción de puente

Punto	Promedio Semana 1 (dB (A))	Promedio Semana 2 (dB (A))	Promedio Semana 3 (dB (A))	Promedio (dB (A))
P1	75,6	77,1	88,9	84,59
P2	74,6	78,5	93,4	88,82
P3	75,9	78,3	95,2	90,57

P4	74,2	76,0	94,6	89,93
P5	77,9	73,1	95,1	90,44
P6	78,5	75,3	92,7	88,17
P7	72,8	72,5	96,2	91,47
P8	73,4	73,3	87,5	83,05
P9	80,1	75,0	83,9	81,02
P10	83,8	78,9	89,5	86,05
P11	83,0	76,2	88,8	85,23
P12	76,1	79,8	91,8	87,40
P13	70,4	74,5	96,0	91,27
P14	78,6	75,3	90,9	86,49
P15	75,5	73,5	87,3	82,97
P16	76,5	75,0	88,3	83,99
P17	80,4	76,2	72,2	77,48
P18	76,2	80,1	69,7	77,09
P19	73,4	79,3	67,7	75,75
P20	76,0	77,1	70,4	75,32
P21	70,0	80,5	77,0	77,59
P22	78,9	78,1	65,1	76,86
P23	76,4	72,2	65,3	73,27
P24	74,6	77,7	75,5	76,14
P25	73,6	75,9	73,1	74,38
P26	83,3	77,2	65,8	79,54
P27	79,8	73,4	61,3	75,97
P28	73,3	76,9	77,4	76,21
P29	76,2	74,1	73,9	74,86
P30	69,3	75,7	56,2	71,86
P31	71,7	77,4	62,5	73,77
P32	75,2	76,2	61,2	74,04

Realizado por: Leones, L., 2023.

La tabla, presenta los niveles de ruido registrados en diferentes puntos durante la construcción del puente sobre el río Guayllabamba. Los datos fueron obtenidos a lo largo de tres semanas consecutivas, durante el horario de monitoreo de 9H00 a 12H00. Cada punto de medición fue analizado para identificar el promedio de decibelios (dB (A)) generados por diversas actividades industriales y de construcción.

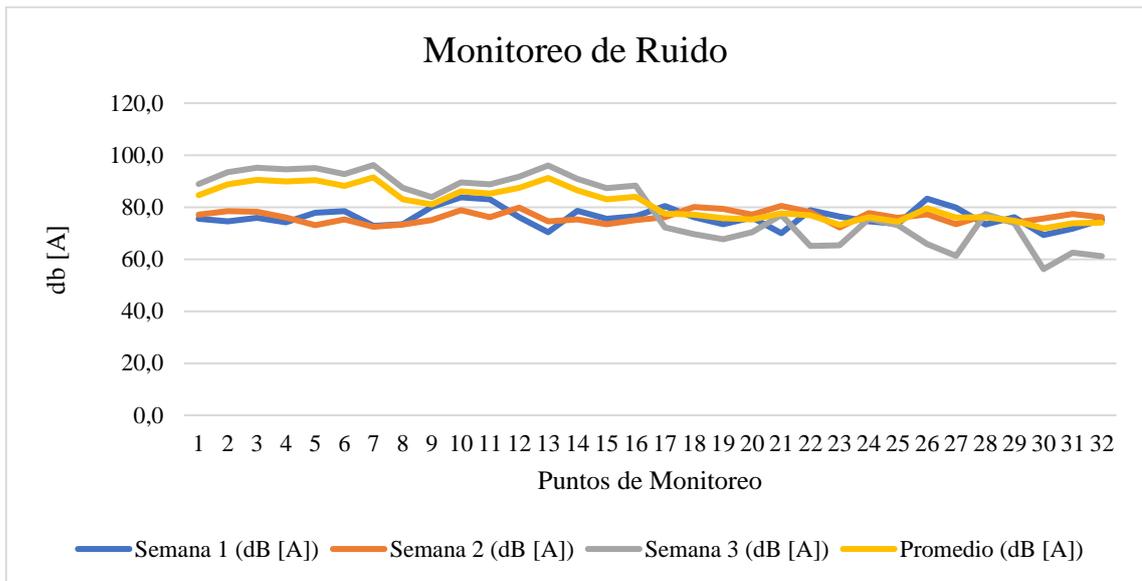


Ilustración 4-4: Niveles de ruido registrados en el monitoreo

Realizado por: Leones, L., 2023.

La ilustración muestra los niveles de ruido promedio en decibelios (dB (A)) en diferentes puntos de medición durante tres semanas. Cada línea representa un punto de medición específico, identificado del punto 1 al 32. Hay que tener en cuenta que algunos puntos pueden estar más expuestos a fuentes de ruido intensas o estar más cerca de áreas sensibles que otros.

Se puede observar que, en la mayoría de los puntos, los niveles de ruido promedio varían a lo largo de las tres semanas de monitoreo. Algunos puntos muestran una tendencia creciente, otros una tendencia decreciente, y algunos presentan fluctuaciones más aleatorias. Esto sugiere que los niveles de ruido no son constantes y pueden verse afectados por diversas actividades o condiciones ambientales.

4.1.4.1. Nivel de presión sonora (NPS)

El ruido generado por la construcción se compone del sumatorio de los niveles de presión acústica (en dB) que provocan distintos niveles de ruido.

Formula:

$$NPS = 10 * \log * \left(\sum 10^{\frac{L_{pi}}{10}} \right)$$

Donde:

NPS: Nivel de Presión Sonora

L_{pi} : Ruido generado del punto individual (dB)

- Cálculos de NPS

Semana 1

$$\begin{aligned} \text{NPS}_{\text{Semana 1}} &= 10 * \log * \left(10^{\frac{75,6}{10}} + 10^{\frac{74,6}{10}} + 10^{\frac{75,9}{10}} \dots 10^{\frac{75,2}{10}} \right) \\ \text{NPS}_{\text{Semana 1}} &= 92,73 \end{aligned}$$

Semana 2

$$\begin{aligned} \text{NPS}_{\text{Semana 2}} &= 10 * \log * \left(10^{\frac{77,1}{10}} + 10^{\frac{78,5}{10}} + 10^{\frac{78,3}{10}} \dots 10^{\frac{76,2}{10}} \right) \\ \text{NPS}_{\text{Semana 2}} &= 91,87 \end{aligned}$$

Semana 3

$$\begin{aligned} \text{NPS}_{\text{Semana 3}} &= 10 * \log * \left(10^{\frac{88,9}{10}} + 10^{\frac{93,4}{10}} + 10^{\frac{95,2}{10}} \dots 10^{\frac{61,2}{10}} \right) \\ \text{NPS}_{\text{Semana 3}} &= 104,63 \end{aligned}$$

Semana Promedio

N: 3 (Semanas)

$$\begin{aligned} \text{NPS}_{\text{Promedio P1}} &= 10 * \log * \left(\frac{1}{3} 10^{0,1*75,6} + 10^{0,1*77,1} + 10^{0,1*88,9} \right) \\ \text{NPS}_{\text{Promedio P1}} &= 84,59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NPS}_{\text{Promedio P2}} &= 10 * \log * \left(\frac{1}{3} 10^{0,1*74,6} + 10^{0,1*78,5} + 10^{0,1*93,4} \right) \\ \text{NPS}_{\text{Promedio P2}} &= 88,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NPS}_{\text{Promedio P3}} &= 10 * \log * \left(\frac{1}{3} 10^{0,1*75,9} + 10^{0,1*78,3} + 10^{0,1*95,2} \right) \\ \text{NPS}_{\text{Promedio P3}} &= 90,57 \end{aligned}$$

$$NPS_{Promedio P32} = 10 * \log * \left(\frac{1}{3} 10^{0.1*75.2} + 10^{0.1*76.2} + 10^{0.1*61.2} \right)$$

$$NPS_{Promedio P32} = 74,04$$

Tabla 4-5: Registro de NPS

Nivel de Presión Sonora (NPS)	dB (A)
Semana 1	92,73
Semana 2	91,87
Semana 3	104,63
Promedio	100,34

Realizado por: Leones, L., 2023.

El nivel de presión sonora promedio registrado durante las tres semanas (100,34 dB (A)) supera los valores considerados como aceptables por la legislación ambiental vigente, que generalmente establece límites permisibles en torno a 70 dB (A) en áreas urbanas o de construcción. Estos resultados indican que el ruido en el área de construcción del puente sobre el Río Guayllabamba está por encima de los estándares recomendados y podría generar efectos negativos en la salud de los trabajadores y la comunidad cercana.

4.1.5. Identificación de los puntos máximos y mínimos

- Monitoreo de la semana 1

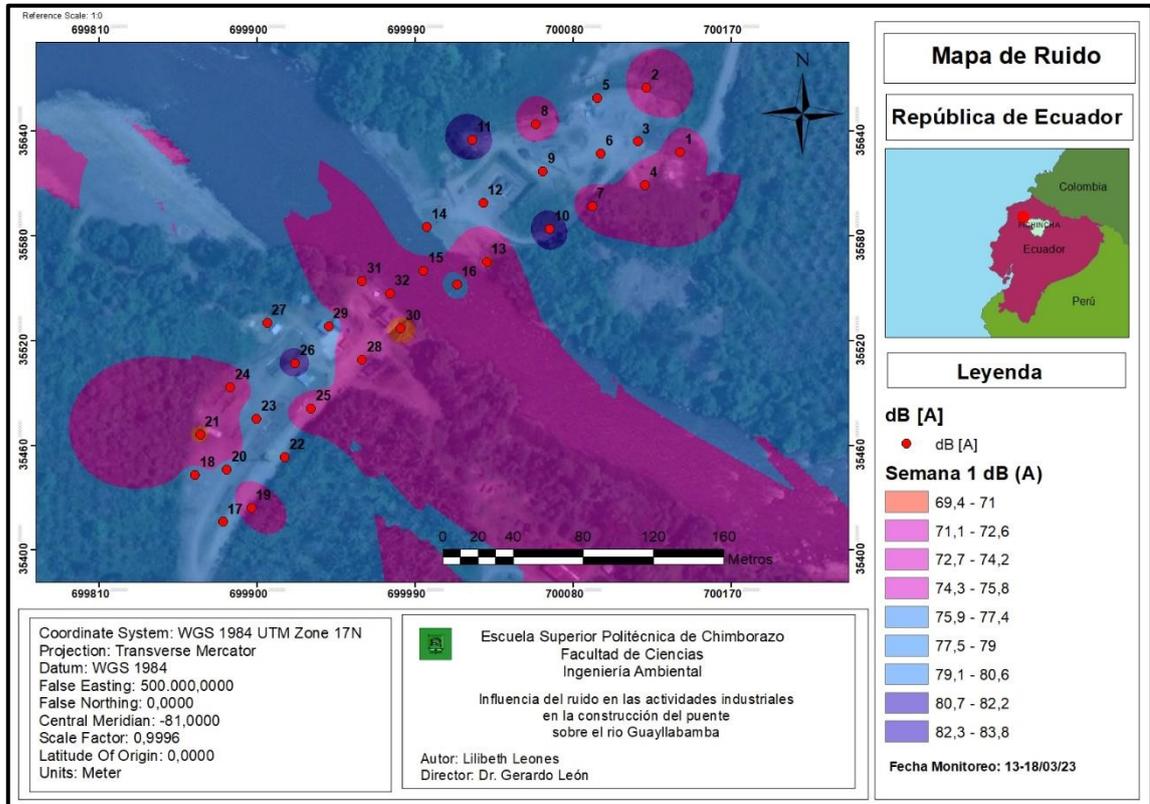


Ilustración 4-5: Dispersión de ruido semana 1

Realizado por: Leones, L., 2023.

Nivel Máximo (83,8 dB (A))

Durante la Semana 1, el Punto 10 experimentó el nivel de ruido más alto registrado, alcanzando un pico de 83,8 dB(A). Este aumento significativo en el nivel de ruido indica claramente que en este lugar específico se llevaron a cabo actividades industriales o se utilizaron fuentes de ruido que generaron un nivel de ruido considerablemente mayor que en otros puntos de monitoreo. Estas actividades incluyeron una serie de procesos ruidosos, como el funcionamiento del generador de luz, corte de acero, fundición de dovela, uso de concreteras y mixer, uso de amoladora, soldadura, fundido de dovela, desencofrado y fundición de dovela.

Este aumento notable en el nivel de ruido podría explicarse por la concentración de múltiples actividades ruidosas en el Punto 10 durante la Semana 1. La combinación de equipos y procesos

ruidosos en este lugar particular contribuyó significativamente al nivel de ruido máximo registrado.

Es importante destacar que este nivel de ruido máximo podría haber afectado a los trabajadores y residentes cercanos, así como a cualquier otra actividad que requiera un entorno más silencioso en las inmediaciones del Punto 10. Además, sería valioso conocer la duración de estas actividades ruidosas para evaluar su impacto en el tiempo.

Nivel Mínimo (69,3 dB(A))

En contraste, el Punto 30 registró el nivel de ruido mínimo durante la Semana 1, con un nivel de 69,3 dB(A). Esto sugiere que en este punto específico hubo menos actividades industriales o fuentes de ruido que generaron un nivel de ruido considerablemente menor en comparación con otros puntos de monitoreo. Durante esta semana en el Punto 30, se llevaron a cabo actividades como bodega, loza, cortes de acero, corte y armado de tubos, desencofrado de dovela, cortes de acero, uso de soldadora y corte de tubos.

La reducción del nivel de ruido en el Punto 30 podría explicarse por la naturaleza de las actividades realizadas en este lugar durante la Semana 1, que eran menos intensivas en términos de generación de ruido en comparación con otras áreas de la construcción del puente. Además, es importante señalar que el Punto 30 puede estar ubicado a una distancia significativa de las actividades más ruidosas o estar protegido de las mismas de alguna manera, lo que podría haber contribuido a la disminución del nivel de ruido.

Es esencial considerar que los niveles de ruido pueden tener un impacto en la salud y el bienestar de los trabajadores, así como en las comunidades circundantes. La duración y la dirección del ruido también son factores críticos para evaluar su efecto sobre las personas y el entorno.

- Monitoreo de la semana 2

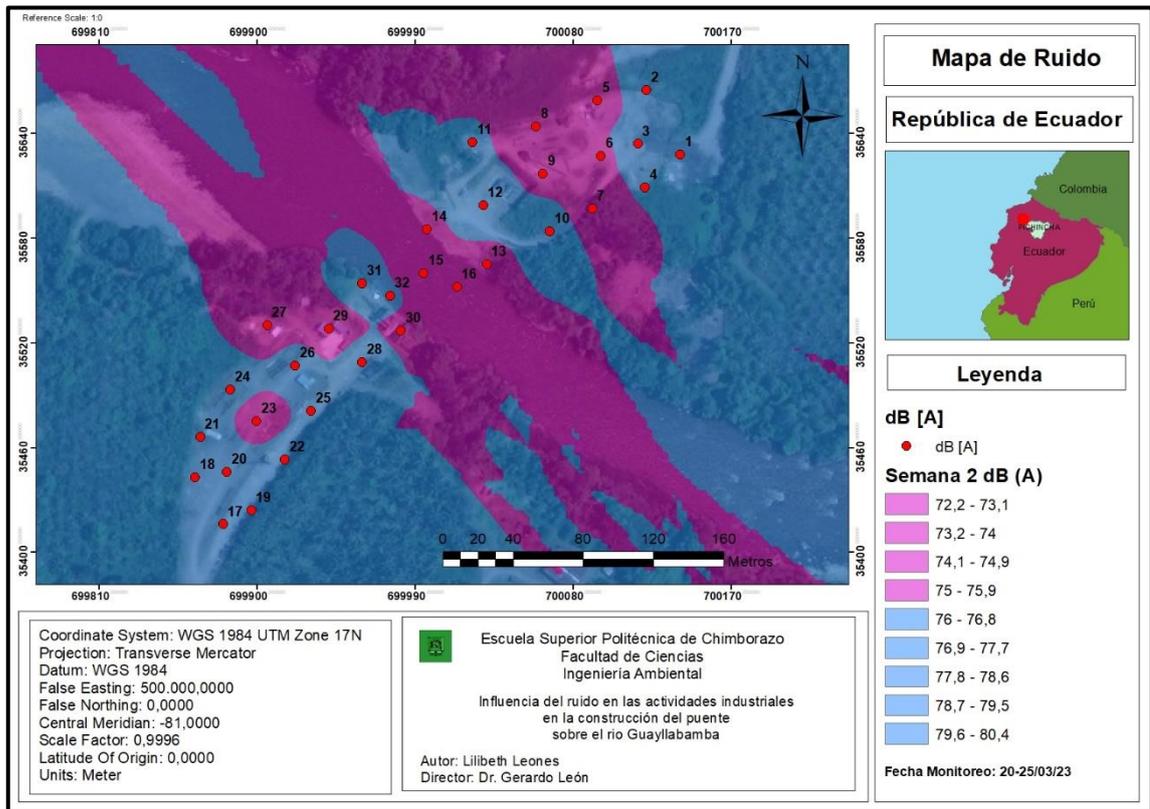


Ilustración 4-6: Dispersión de ruido semana 2

Realizado por: Leones, L., 2023.

Nivel Máximo de Ruido (80,4 dB(A))

Durante la Semana 2, se registró el nivel máximo de ruido en el Punto 21, alcanzando un pico de 80,4 dB(A). Este hallazgo sugiere que en este lugar específico se llevaron a cabo actividades con niveles de ruido relativamente elevados en comparación con otros puntos de monitoreo. Entre las actividades asociadas se encuentran el uso de generadores, taladros, amoladoras, trabajos de hormigón, grúas y tareas con acero y varillas.

Este aumento en el nivel de ruido en el Punto 21 podría explicarse por la concentración de múltiples actividades ruidosas en este lugar durante la Semana 2. La combinación de equipos y procesos ruidosos en este punto particular contribuyó significativamente al nivel de ruido máximo registrado. Es importante destacar que actividades como el uso de generadores y grúas tienden a generar niveles de ruido más altos debido a la naturaleza de sus operaciones.

Nivel Mínimo de Ruido (72,2 dB(A))

En contraste, el Punto 23 registró el nivel de ruido mínimo durante la Semana 2, con un nivel de 72,2 dB(A). Esto sugiere que en este punto específico se realizaron actividades con niveles de ruido más bajos en comparación con otros puntos de monitoreo. Entre las actividades asociadas se encuentran el desencofrado, corte de vigas con oxicorte, uso de amoladora, trabajos de armado de estructuras de hierro, así como labores relacionadas con grúas y concreteeras.

La disminución del nivel de ruido en el Punto 23 podría explicarse por la naturaleza de las actividades realizadas en este lugar durante la Semana 2, que eran menos intensivas en términos de generación de ruido en comparación con otras áreas de la construcción del puente. Además, es importante señalar que el Punto 23 puede estar ubicado a una distancia significativa de las actividades más ruidosas o estar protegido de alguna manera de las mismas, lo que podría haber contribuido a la disminución del nivel de ruido.

Los niveles de ruido en los puntos 21 y 23 durante la Semana 2 muestran claramente cómo la naturaleza y la concentración de las actividades industriales pueden influir en el aumento o disminución del ruido en un entorno de construcción como el del puente sobre el río Guayllabamba. También es esencial considerar factores como la ubicación y la intensidad de las actividades para comprender completamente las variaciones en los niveles de ruido en un sitio de construcción.

Es importante destacar que estos niveles de ruido pueden afectar a los trabajadores que realizan sus labores en estas áreas, así como a las personas cercanas al sitio de construcción. La duración y la dirección del ruido son factores críticos que deben tenerse en cuenta para evaluar su impacto en el tiempo y en las áreas circundantes.

- **Semana 3**

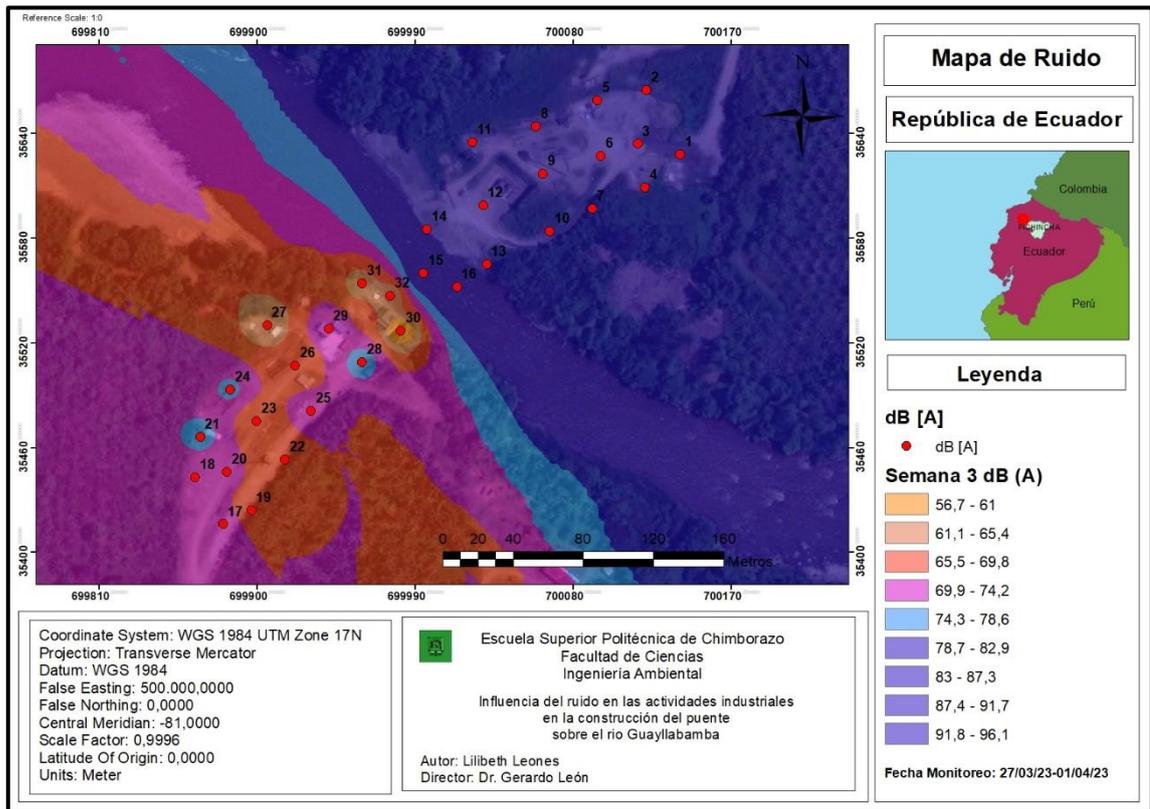


Ilustración 4-7: Dispersión de ruido semana 3

Realizado por: Leones, L., 2023.

Nivel Máximo de Ruido (96,2 dB(A))

Durante la Semana 3, se registró el nivel máximo de ruido en el Punto 7, alcanzando un destacado valor de 96,2 dB(A). Este valor resalta que en este lugar específico se llevaron a cabo actividades con niveles de ruido particularmente altos. Entre estas actividades se encuentran la "soldadura", "cortes de acero" y "uso de amoladora", todas ampliamente conocidas por generar altos niveles de ruido en el entorno de trabajo de la construcción. Estas tareas, debido a su naturaleza y proximidad al punto de medición, contribuyeron al nivel máximo de ruido observado. La soldadura, en particular, es una fuente de ruido significativa en los sitios de construcción.

El aumento notorio en el nivel de ruido en el Punto 7 durante esta semana podría haber afectado a los trabajadores que realizaban estas tareas y, potencialmente, a aquellos que se encontraban cerca del lugar de trabajo. La dirección del ruido, en este caso, estaba dirigida principalmente hacia el área donde se estaban llevando a cabo estas actividades ruidosas.

Nivel Mínimo de Ruido (56,2 dB(A))

En contraste, el Punto 30 experimentó el nivel de ruido mínimo durante la Semana 3, registrando un nivel de 56,2 dB(A). Esto sugiere que en este punto específico se llevaron a cabo actividades con niveles de ruido considerablemente más bajos en comparación con otros puntos de monitoreo. Las actividades en este punto incluyeron "Bodega" y "loza", que son actividades menos ruidosas o se ubicaron en áreas más alejadas de las fuentes principales de ruido en el sitio de construcción.

Este nivel mínimo de ruido en el Punto 30 podría haber beneficiado a los trabajadores que realizaban sus tareas en este lugar y a cualquier persona cercana al mismo, ya que se experimentaba un ambiente más tranquilo en términos de ruido durante esta semana.

Es importante considerar que las variaciones en los niveles de ruido registrados en la Semana 3 están influenciadas principalmente por la naturaleza específica de las actividades llevadas a cabo en cada punto y su proximidad a las fuentes de ruido. Las tareas ruidosas, como la soldadura y el trabajo con herramientas eléctricas, tienden a generar niveles de ruido más altos, mientras que las actividades menos ruidosas o ubicadas a una mayor distancia de las fuentes de ruido resultan en niveles de ruido más bajos. Esta variabilidad subraya la importancia de considerar tanto la naturaleza de las actividades como la ubicación de las fuentes de ruido al analizar los niveles de ruido en un sitio de construcción.

En cuanto a la duración del ruido, este dependerá de la duración de las actividades ruidosas específicas en cada punto. Por ejemplo, la soldadura puede ser una actividad continua, mientras que otras, como el uso de amoladoras, pueden ser intermitentes. La duración del ruido afectará a quienes se encuentren en el área de influencia de estas actividades y dependerá de los horarios de trabajo y las pausas programadas.

- Promedio de las 3 semanas

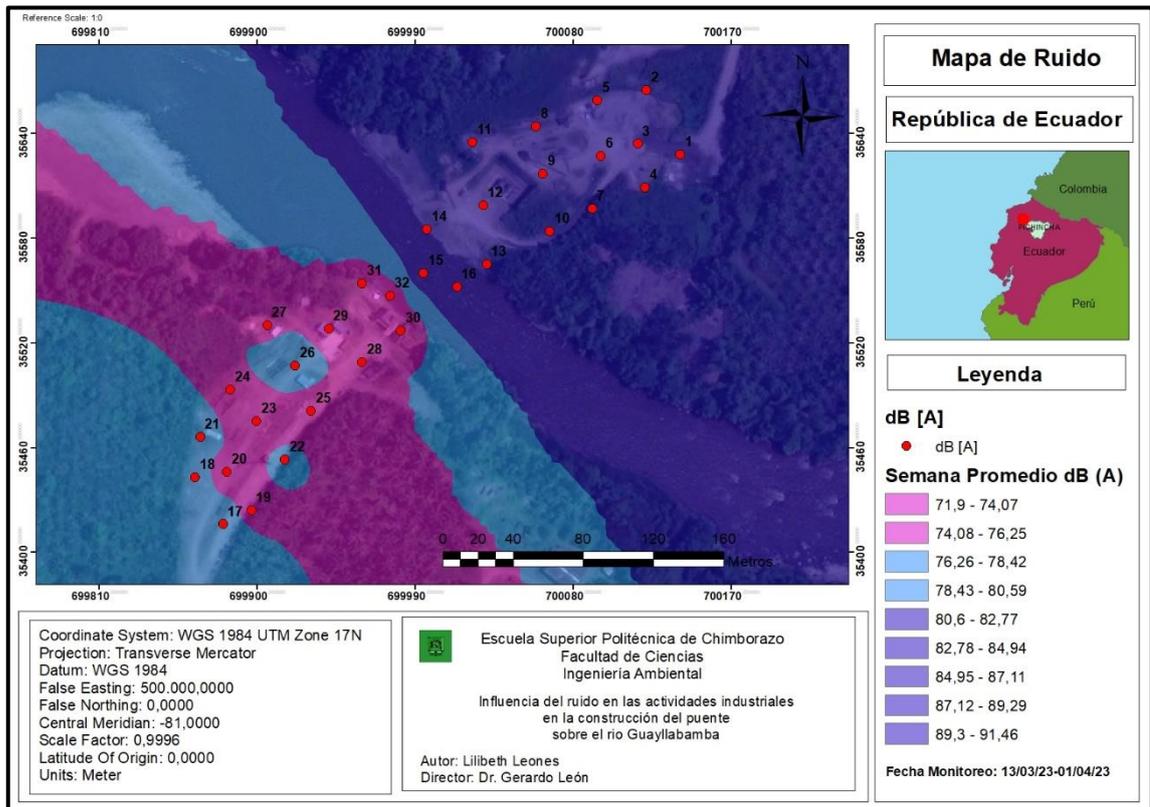


Ilustración 4-8: Promedio de la dispersión de ruido

Realizado por: Leones, L., 2023.

Nivel de Ruido Máximo (91,47 dB(A))

El nivel de ruido máximo registrado en el Promedio Total de las mediciones es de 91.47 dB(A) en el Punto 7. Este valor indica la presencia de actividades industriales o fuentes de ruido significativas durante las tres semanas de monitoreo en este punto específico. Las actividades que se llevaron a cabo en este punto, como "Uso de amoladora", "Uso circular", "Área de combustible", "Uso de soldadora", "Armado de hierro" y "Maquina tensadora", son conocidas por generar niveles de ruido considerables en el entorno de la construcción.

Este nivel de ruido máximo habría afectado principalmente a los trabajadores en las proximidades del Punto 7 y, potencialmente, a aquellos en áreas cercanas al sitio de construcción. La dirección del ruido estaría dirigida hacia estas áreas debido a la ubicación de las fuentes de ruido en el Punto 7.

Nivel de Ruido Mínimo (71,86 dB(A))

Por otro lado, el nivel de ruido mínimo de 71.86 dB(A) registrado en el Punto 30 durante el Promedio de las 3 Semanas indica que en algún momento durante este período se experimentaron niveles de ruido considerablemente más bajos en comparación con otros puntos de monitoreo. Las actividades en este punto, como "Bodega" y "Loza", pueden ser menos ruidosas en su naturaleza o pueden haber estado ubicadas en áreas más alejadas de las principales fuentes de ruido en el sitio de construcción. Esto resultó en el nivel de ruido mínimo registrado en el Promedio Total.

El nivel de ruido mínimo habría proporcionado un ambiente más tranquilo para los trabajadores que estaban realizando sus tareas en el Punto 30 y para cualquier persona cercana al mismo durante el período de monitoreo.

Es importante destacar que estos niveles extremos de ruido, tanto máximo como mínimo, indican una variabilidad en los niveles de ruido en el sitio de construcción a lo largo del tiempo. Esta variabilidad puede deberse a cambios en la naturaleza de las actividades, la programación de las tareas o la proximidad a las fuentes de ruido. La comprensión de esta variabilidad es crucial para la gestión y mitigación efectiva de los impactos del ruido ambiental en el entorno de la construcción del puente sobre el río Guayllabamba.

En cuanto a la duración del ruido, esta dependerá de la duración de las actividades ruidosas específicas en cada punto y durante cada semana de monitoreo. Las actividades ruidosas pueden ser intermitentes o continuas, y su duración afectará a quienes estén expuestos a ellas en el momento en que ocurran. La variabilidad en los niveles de ruido a lo largo del tiempo subraya la importancia de implementar estrategias efectivas de control y mitigación del ruido en el sitio de construcción.

4.1.6. Discusión

Durante las tres semanas consecutivas de monitoreo en el sitio de construcción del puente sobre el río Guayllabamba, se registraron fluctuaciones significativas en los niveles de ruido en diversos puntos de medición. Este fenómeno puede atribuirse a múltiples factores, tales como las actividades específicas llevadas a cabo en cada momento, la maquinaria utilizada y las condiciones climáticas, que pueden influir en la propagación y dispersión del sonido.

En la primera semana de monitoreo, observamos que el Punto 10 experimentó el nivel más alto de ruido con 83.8 dB (A), lo que sugiere una intensa actividad en ese momento. La ubicación exacta de este punto podría estar cerca de áreas donde se realizaron trabajos intensivos, como soldadura o uso de maquinaria pesada. Por otro lado, el Punto 30 registró el nivel más bajo de ruido con 69.3 dB (A), lo que podría deberse a que en ese momento se realizaron tareas menos ruidosas o se utilizó equipo menos impactante.

En la segunda semana, el Punto 21 alcanzó el nivel más alto de 80.4 dB (A), lo que podría indicar actividades de alta intensidad cercanas a ese punto. En contraste, el Punto 23 mostró el nivel más bajo de 72.2 dB (A), sugiriendo la ejecución de actividades menos ruidosas o la influencia de barreras naturales o estructurales que amortiguan el sonido en esa dirección.

La tercera semana presentó un patrón similar, donde el Punto 7 experimentó el nivel más alto de 96.2 dB (A), indicando una actividad particularmente ruidosa en ese período. Este nivel elevado podría deberse a la combinación de actividades intensivas y la propagación del sonido en una dirección específica. Una vez más, el Punto 30 registró el nivel más bajo de 56.2 dB (A), lo que podría asociarse con actividades menos disruptivas en esa área.

Es importante destacar que los niveles de ruido fluctuantes pueden influir en la percepción del ruido por parte de las personas expuestas y pueden tener impactos diferentes según la hora del día, las condiciones climáticas y la orientación de las actividades. Los resultados también resaltan que las actividades específicas, como soldadura, uso de maquinaria pesada y movimiento de materiales, pueden ser las principales contribuyentes a los picos de ruido registrados en ciertos puntos.

En cuanto a la dirección del ruido, es crucial considerar a quién afecta directamente. Los trabajadores en el área de construcción están expuestos constantemente a estos niveles de ruido y pueden experimentar molestias e incluso problemas de salud a largo plazo. Además, los residentes

cercanos a la zona de construcción también pueden verse afectados, especialmente si los trabajos se realizan en horarios sensibles.

El tiempo de duración del ruido también es un factor importante a considerar. Las mediciones de ruido tomadas en diferentes momentos del día pueden variar significativamente debido a cambios en la actividad de construcción y en las condiciones ambientales. Por ejemplo, es posible que los niveles de ruido sean más altos durante las horas pico de trabajo y disminuyan durante la noche.

Además de los resultados obtenidos en este estudio, es relevante compararlos con investigaciones anteriores para contextualizar y comprender mejor los niveles de ruido registrados en la construcción del puente sobre el río Guayllabamba. Ortiz (2022, pág.4) realizó un estudio sobre el ruido laboral en una fábrica dedicada al área de construcción de acero. Durante tres días de monitoreo, Ortiz reportó niveles de ruido en un rango de 80.9 a 81.3 dB (A) en el primer día, 80 a 81 dB (A) en el segundo día, y 78.5 a 80.8 dB (A) en el tercer día. Estos valores son comparables con los niveles registrados en nuestro estudio, lo que sugiere similitudes en la intensidad del ruido entre la construcción del puente y la actividad en la fábrica de acero.

Al considerar que ambos estudios superaron los límites permisibles de ruido establecidos por la legislación ambiental de 70 dB (A), se evidencia la necesidad de implementar medidas de control y mitigación en ambas situaciones. Esto es especialmente crucial dado que los altos niveles de ruido pueden generar molestias y riesgos para la salud de los trabajadores, así como afectar a los residentes cercanos y al entorno ambiental en general.

La comparación con los resultados de Ortiz (2022, pág.3) resalta la consistencia en los niveles de ruido generados por actividades industriales en diferentes contextos. Esto subraya la importancia de abordar el problema del ruido en el ámbito de la construcción y la manufactura, independientemente de la ubicación específica. En ambos casos, es fundamental considerar estrategias de control del ruido que ayuden a reducir los impactos negativos y fomenten un entorno más saludable para todos los involucrados.

En última instancia, el análisis de los niveles de ruido en la construcción del puente sobre el río Guayllabamba y su comparación con investigaciones anteriores, como la de Ortiz (2022), subraya la necesidad de una gestión efectiva del ruido en entornos industriales. Estos hallazgos pueden guiar la implementación de medidas de control y mitigación del ruido que contribuyan a reducir los impactos ambientales y promover la salud y el bienestar de los trabajadores y la comunidad circundante.

Además de nuestro estudio, es importante destacar la existencia de investigaciones previas relacionadas con el monitoreo de niveles de ruido en entornos de construcción. En este contexto en la comparación entre el estudio sobre la influencia del ruido en la construcción del puente sobre el río Guayllabamba y el estudio previo "Prevención de riesgos debido al ruido en la Construcción de bermas y veredas por la Empresa J. Cayo en Socabaya, Arequipa 2018" de Alexander Calcina y Eloy Cruz presentado en el año 2019, se observan diferencias en los niveles de decibeles registrados, lo que sugiere diversas razones subyacentes.

En lo que respecta al alcance de los análisis, el estudio de la construcción del puente involucró un monitoreo minucioso de un total de 32 puntos de medición en el área de construcción. Esto proporcionó una visión detallada y amplia de los niveles de ruido en el área específica del proyecto. En contraste, el estudio realizado por Alexander Calcina y Eloy Cruz se centró en un proyecto más específico, la construcción de bermas y veredas en Socabaya, Arequipa, y se basó en el análisis de solo 6 puntos de medición. Esta diferencia en la cantidad de puntos analizados indicaría que el estudio sobre el puente abarcó un área de construcción más extensa.

En términos de los niveles de ruido registrados, el estudio de la construcción del puente reportó niveles mínimos y máximos que variaron desde 69,3 dB(A) hasta 96,2 dB(A). Estos niveles excepcionalmente altos pueden atribuirse a varios factores, como la maquinaria pesada utilizada en la construcción del puente, la proximidad a áreas urbanas con tráfico y otras actividades ruidosas. Además, la topografía del terreno y la dirección del viento pueden haber influido en la propagación del ruido. Por otro lado, el estudio de Alexander Calcina y Eloy Cruz informó niveles mínimos y máximos de 70,4 dB(A) y 83,6 dB(A), respectivamente. Las diferencias podrían estar relacionadas con el tipo de maquinaria y las actividades específicas de construcción asociadas con la construcción de bermas y veredas en un entorno urbano, lo que puede implicar menos maquinaria pesada y, por lo tanto, niveles de ruido ligeramente más bajos.

En lo que respecta a los promedios de los niveles de ruido, el estudio de la construcción del puente obtuvo un promedio general de 100,6 dB(A) durante las tres semanas de monitoreo. Por otro lado, el estudio de Alexander Calcina y Eloy Cruz reportó un promedio de 78,5 dB(A) durante su monitoreo de ruido. Estas diferencias en los promedios podrían atribuirse a variaciones diarias en las actividades de construcción, la duración de las mediciones y las condiciones climáticas, que pueden afectar la propagación del sonido y, por lo tanto, los niveles de ruido registrados.

Ambos estudios subrayan la importancia de la monitorización y la implementación de medidas de control de ruido en proyectos de construcción para proteger la salud auditiva de los trabajadores y reducir los riesgos asociados al ruido. Las diferencias en los niveles de decibeles pueden explicarse por las variaciones en el alcance de los proyectos, las actividades de construcción específicas y las condiciones ambientales y topográficas.

4.2. Evaluación de los niveles de ruido mediante la comparación con la legislación ambiental vigente

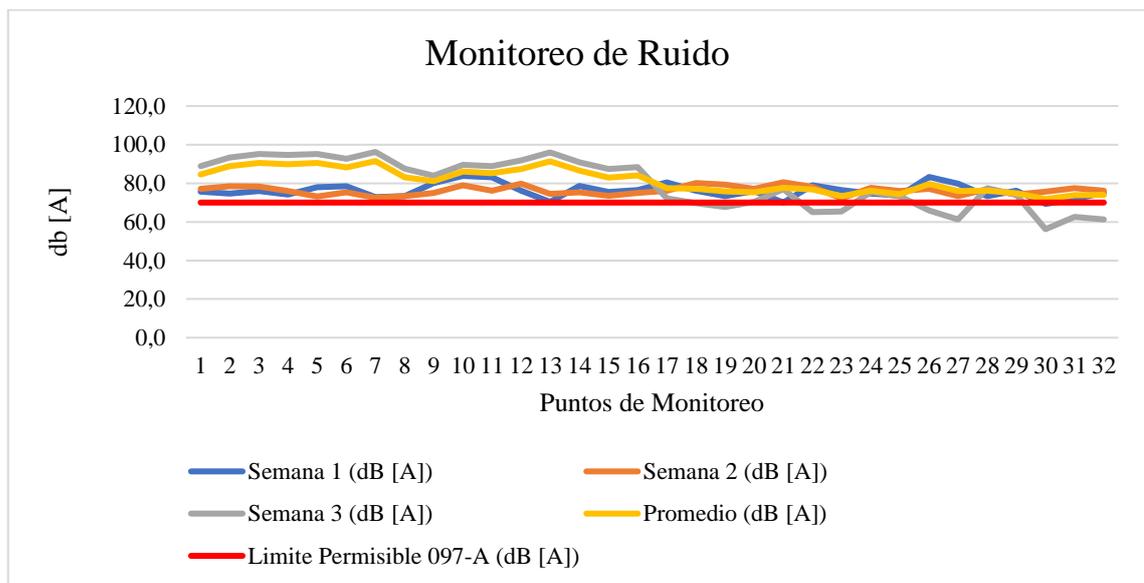


Ilustración 4-9: Decibeles registrados durante el monitoreo

Realizado por: Leones, L., 2023.

Los niveles de ruido en general parecen superar los límites permisibles establecidos en la legislación vigente. La mayoría de las líneas representan niveles de ruido por encima de los límites permitidos, lo que indica que la construcción del puente está generando niveles de ruido que exceden lo permitido. Es crucial comparar estos valores con la legislación ambiental vigente para determinar si se cumplen los límites permisibles de ruido. En este caso, todos los valores están por encima de los límites permisibles establecidos (70 dB (A)), lo que indica la necesidad de tomar medidas de mitigación para reducir el impacto del ruido en el área de construcción del puente.

4.3. Percepción del trabajador en el punto de labor

4.3.1. Tamaño de muestra

4.3.1.1. Personas máximo a encuestar

La siguiente formula aplica para una población menor a 100000, en el lugar de trabajo labora 39 trabajadores incluidos técnicos:

N= población (39 personas)

n= muestra

p = probabilidad de favor (50%= 0.5)

q= probabilidad en contra (50%= 0.5)

z= nivel de confianza (95%= 1,96)

e= error de muestra (0.05)

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 39}{0.05^2(39 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 35,48$$

El tamaño de muestra es de 35 personas máximo a encuestar

4.3.1.2. Puntos máximos a monitorear

La siguiente formula aplica para una población (puntos) menor a 100000, en el lugar de monitoreo se tomó 32 puntos al azar en toda el área de construcción del puente:

N= población (32 personas)

n= muestra

p = probabilidad de favor (50%= 0.5)

q= probabilidad en contra (50%= 0.5)

z= nivel de confianza (95%= 1,96)

e= error de muestra (0.05)

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 32}{0.05^2(32 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 29,61 = 30$$

El numero máximos de puntos de monitoreo es 30

4.3.2. Encuestas

La toma de encuestas es una valiosa herramienta de recolección de datos utilizada en diversas investigaciones y estudios para obtener información relevante sobre temas específicos. En el presente trabajo, se llevó a cabo una encuesta dirigida a un grupo de 35 personas con el objetivo de explorar y comprender la percepción de los trabajadores en un área de construcción con respecto al ruido y sus posibles efectos en la salud y el desempeño laboral.

1. ¿Ha experimentado algún impacto en su salud debido al ruido en el área de construcción? ¿Si su respuesta es SI qué tipo de impacto tiene en su salud?

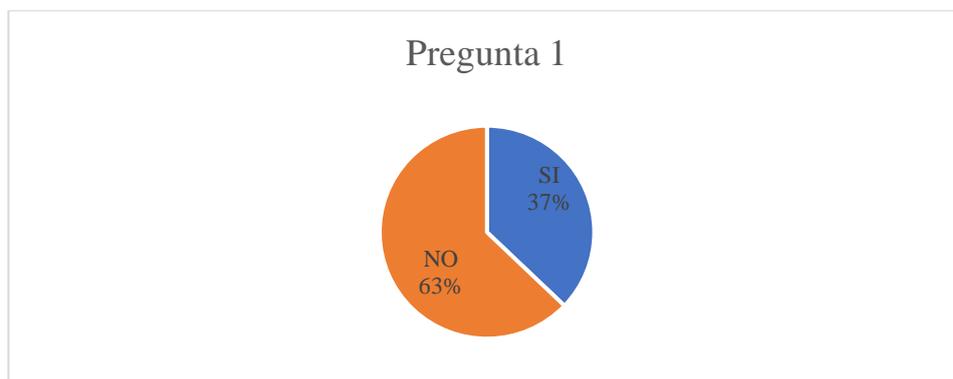


Ilustración 4-10: Pregunta 1

Realizado por: Leones, L., 2023.

En esta pregunta, se buscó determinar si los trabajadores han experimentado algún impacto negativo en su salud debido al ruido presente en el área de construcción. De los 35 encuestados, 13 respondieron afirmativamente, lo que representa aproximadamente el 37% de los trabajadores. Los impactos mencionados incluyeron sordera, dolor de cabeza, estrés y pérdida de audición. Esta respuesta es preocupante, ya que indica que una proporción significativa de trabajadores está sufriendo efectos adversos en su salud debido al ruido en el lugar de trabajo.

2. ¿Considera que los niveles de ruido en el área de construcción son excesivos?

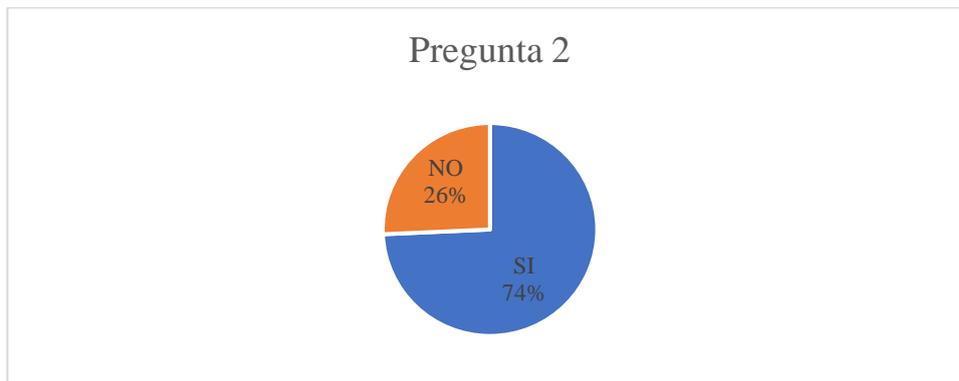


Ilustración 4-11: Pregunta 2

Realizado por: Leones, L., 2023.

En esta pregunta, se quiso saber si los trabajadores perciben los niveles de ruido en el área de construcción como excesivos. Un total de 26 trabajadores respondieron afirmativamente, mientras que 9 dijeron que no consideran que los niveles de ruido sean excesivos. Esto significa que aproximadamente el 74% de los encuestados considera que el ruido en el área de construcción es excesivo. Esta percepción puede tener implicaciones importantes para la salud y el bienestar de los trabajadores, así como para su desempeño laboral por contaminación auditiva.

3. ¿Se ha visto afectado en su rendimiento laboral debido al ruido constante?

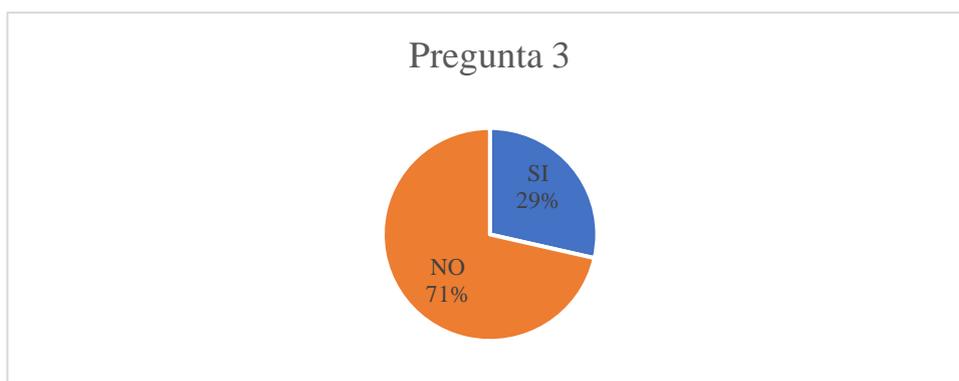


Ilustración 4-12: Pregunta 3

Realizado por: Leones, L., 2023.

Esta pregunta busca determinar si el ruido constante ha afectado el rendimiento laboral de los trabajadores. De los 35 encuestados, 10 respondieron afirmativamente, mientras que 25 dijeron que no se han visto afectados en su rendimiento laboral debido al ruido constante. Aunque un número relativamente menor de trabajadores reporta que el ruido ha impactado su rendimiento,

es importante tener en cuenta que cualquier impacto negativo en la productividad laboral puede tener consecuencias para la eficiencia y seguridad en el lugar de trabajo.

4. ¿Se han implementado medidas de control de ruido en su área de trabajo?

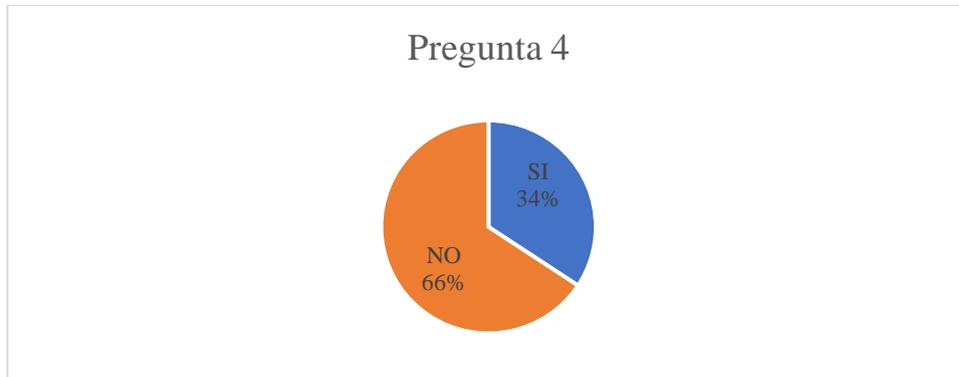


Ilustración 4-13: Pregunta 4

Realizado por: Leones, L., 2023.

En esta pregunta, se indagó si se han implementado medidas de control de ruido en el área de construcción. 12 trabajadores respondieron afirmativamente, mientras que 23 dijeron que no se han implementado tales medidas. Esto indica que solo alrededor del 34% de los trabajadores han experimentado medidas de control de ruido en su lugar de trabajo, lo que puede sugerir una falta de atención a la mitigación del ruido en el sitio de construcción.

5. ¿Se han proporcionado equipos de protección auditiva para mitigar los efectos del ruido?

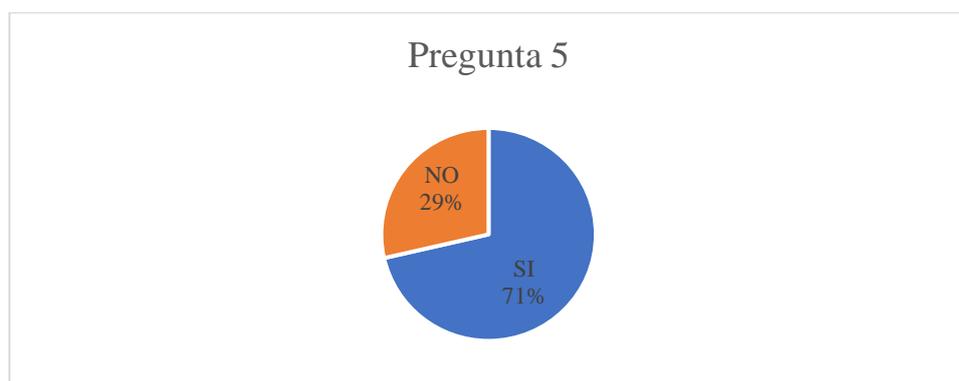


Ilustración 4-14: Pregunta 5

Realizado por: Leones, L., 2023.

Esta pregunta busca determinar si la empresa ha proporcionado equipos de protección auditiva para reducir los efectos del ruido en los trabajadores. De los 35 encuestados, 25 respondieron

afirmativamente, mientras que 10 dijeron que no se les han proporcionado dichos equipos. Es alentador ver que alrededor del 71% de los trabajadores tienen acceso a equipos de protección auditiva, lo que puede ayudar a proteger su audición y salud en general.

6. ¿Siente que la empresa ha tomado medidas adecuadas para reducir los niveles de ruido?

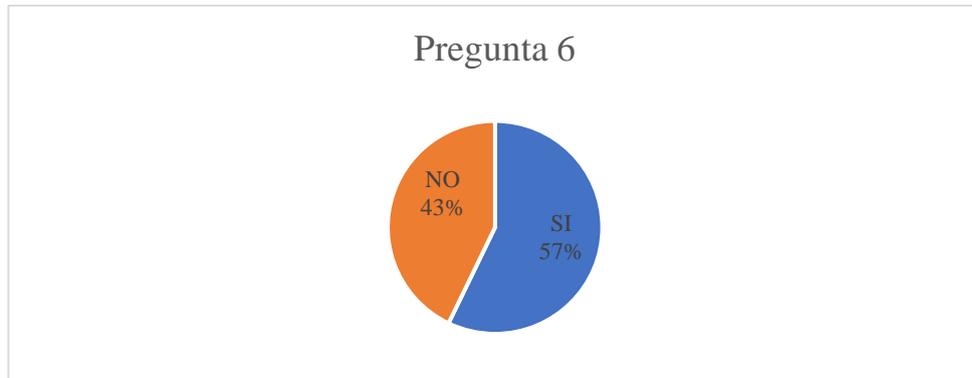


Ilustración 4-15: Pregunta 6

Realizado por: Leones, L., 2023.

En esta pregunta, se quiso conocer la percepción de los trabajadores sobre si la empresa ha tomado medidas adecuadas para reducir los niveles de ruido. 20 trabajadores respondieron afirmativamente, mientras que 15 dijeron que no sienten que la empresa haya tomado medidas adecuadas para abordar este problema. Esta división en las respuestas sugiere que hay una percepción mixta entre los trabajadores sobre las acciones tomadas por la empresa en relación con el control del ruido.

7. ¿Ha recibido capacitación sobre los riesgos asociados con el ruido en su entorno laboral?

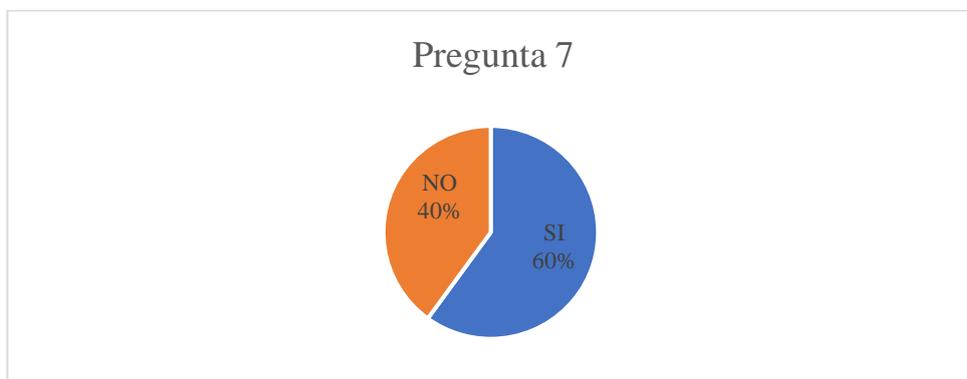


Ilustración 4-16: Pregunta 7

Realizado por: Leones, L., 2023.

En esta pregunta, se busca determinar si los trabajadores han recibido capacitación sobre los riesgos asociados con el ruido en su entorno laboral. De los 35 encuestados, 21 respondieron afirmativamente, mientras que 14 dijeron que no han recibido capacitación al respecto. La capacitación sobre los riesgos del ruido es esencial para que los trabajadores comprendan los peligros asociados y cómo proteger su salud auditiva.

8. ¿Cree que se deberían implementar más medidas de control de ruido en el área de construcción?

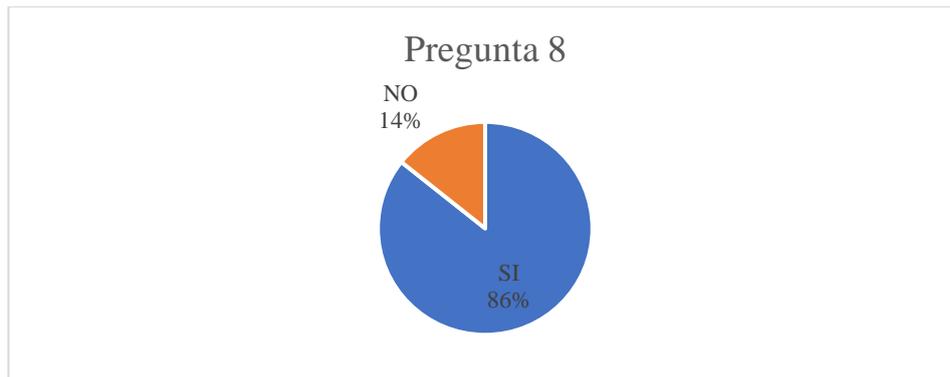


Ilustración 4-17: Pregunta 8

Realizado por: Leones, L., 2023.

Esta pregunta busca conocer la opinión de los trabajadores sobre la necesidad de implementar más medidas de control de ruido en el área de construcción. Un total de 30 trabajadores respondieron afirmativamente, mientras que 5 dijeron que no creen que se necesiten más medidas de control. La mayoría de los trabajadores (aproximadamente el 86%) están de acuerdo en que se deben implementar más acciones para controlar el ruido en el lugar de trabajo.

9. ¿Considera que la legislación actual es suficiente para abordar los problemas de ruido en la construcción?

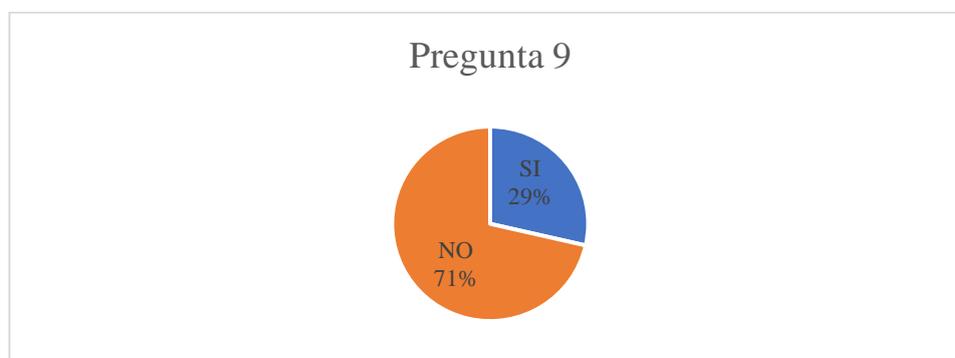


Ilustración 4-18: Pregunta 9

Realizado por: Leones, L., 2023.

En esta pregunta, se indagó sobre la percepción de los trabajadores sobre la suficiencia de la legislación actual para abordar los problemas de ruido en la construcción. 10 trabajadores respondieron afirmativamente, mientras que 25 dijeron que no consideran que la legislación actual sea suficiente. Esta respuesta destaca una preocupación generalizada entre los trabajadores sobre la falta de eficacia de la legislación existente para abordar el ruido en el sector de la construcción.

10. ¿Recomendaría algún tipo de mitigación específica para reducir el impacto del ruido en el área de construcción?

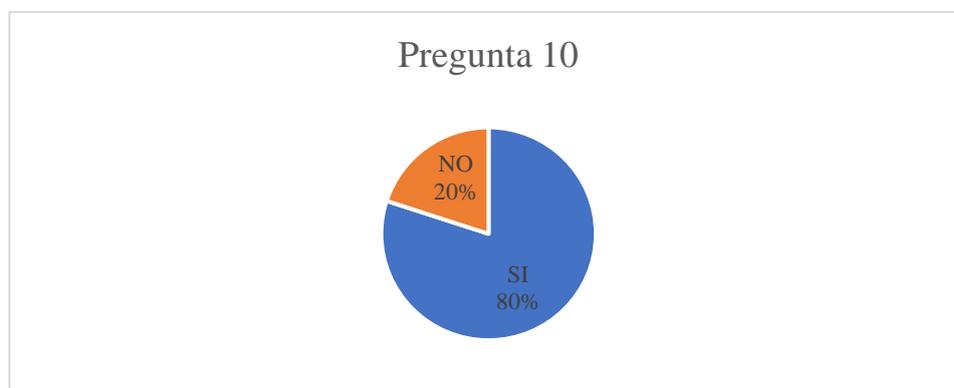


Ilustración 4-19: Pregunta 10

Realizado por: Leones, L., 2023.

En esta última pregunta, se buscó obtener recomendaciones específicas de los trabajadores sobre cómo reducir el impacto del ruido en el área de construcción. 28 trabajadores respondieron afirmativamente, mientras que 7 dijeron que no tienen recomendaciones específicas. Estas recomendaciones pueden ser valiosas para identificar soluciones adecuadas y efectivas para mitigar el ruido y mejorar las condiciones de trabajo en el área de construcción.

En general los resultados de la encuesta muestran que el ruido en el área de construcción es un problema significativo que afecta la salud y bienestar de los trabajadores. Además, revelan que hay oportunidades para mejorar las medidas de control de ruido y la capacitación en el lugar de trabajo. También destaca la importancia de abordar el ruido en la construcción a través de una combinación de medidas técnicas, equipos de protección auditiva y el cumplimiento de la legislación ambiental. Las recomendaciones proporcionadas por los trabajadores pueden ser de gran utilidad para desarrollar un plan de acción efectivo para reducir el impacto del ruido en el área de construcción.

4.4. Plan de acción de control

Tabla 4-6: Plan de acción de control

Hallazgos Identificados	Acción correctiva	Detalles de la acción correctiva	Como se implementará	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación	Responsable de la ejecución	Costo (\$)	Plazo Ejecución (días)
Niveles de ruido excesivos	Implementar barreras acústicas en áreas sensibles	Instalar barreras acústicas estratégicamente en áreas donde los niveles de ruido excedan los límites permisibles, como cerca de máquinas ruidosas o zonas de alto tráfico.	Esto se logrará mediante la selección de materiales de aislamiento acústico adecuados y la instalación precisa de barreras físicas, como paneles insonorizados o muros con aislamiento acústico.	Reducción de dB medidos	Mediciones de ruido	Equipo de ingenieros	\$2,000	30
	Planificar horarios de trabajo para reducir exposición	Reorganizar horarios de trabajo de manera que las tareas más ruidosas se realicen en momentos de menor actividad o fuera de las horas pico para reducir la exposición al ruido durante las jornadas laborales.	Esto requerirá una revisión detallada de los horarios de trabajo actuales y la reprogramación de las actividades ruidosas en momentos más apropiados.	Horarios establecidos	Registro de horarios	Gerente de Proyecto		30
	Proporcionar equipos de protección auditiva	Suministrar protectores auditivos adecuados, como tapones para los oídos o auriculares	Suministrar protectores auditivos adecuados, como tapones para los oídos o auriculares atenuadores de ruido, a los trabajadores expuestos a niveles de ruido	Uso adecuado de EPP	Registro de entregas EPP	Supervisor de Seguridad		30

		atenuadores de ruido, a los trabajadores expuestos a niveles de ruido elevados, y garantizar que se utilicen durante toda la jornada laboral.	elevados. Además, garantizar que se utilicen durante toda la jornada laboral mediante una capacitación adecuada y una supervisión regular.					
Inadecuada selección de equipos y maquinaria ruidosa	Reevaluar la elección de equipos y maquinaria con menor impacto acústico	Realizar una evaluación detallada de las máquinas y equipos utilizados en la construcción para identificar aquellas con niveles de ruido significativos, y considerar la sustitución o modificación de las mismas con modelos que generen menos ruido, sin comprometer la eficiencia de las operaciones.	Esto implica una revisión exhaustiva de las opciones de maquinaria y la inversión en equipos más silenciosos si es necesario.	Cumplimiento de dB objetivo	Mediciones de ruido	Equipo de ingenieros	\$500	20
Falta de Capacitación y Concienciación	Realizar Sesiones de Capacitación y Campaña de Concienciación sobre Ruido en	Impartir Sesiones de Capacitación a los Trabajadores para Informarles Sobre los Riesgos Asociados con el Ruido en el Lugar	Esto incluye educar a los trabajadores sobre las medidas preventivas, el uso adecuado del equipo de protección auditiva y las prácticas seguras en relación con el ruido. Además, diseñar y ejecutar	Asistencia a la Capacitación	Listas de Asistencia	Coordinador de Recursos Humanos	\$1,500	25

	<p>el Lugar de Trabajo</p>	<p>de Trabajo, Así Como para Educarlos Sobre las Medidas Preventivas, el Uso Adecuado del Equipo de Protección Auditiva y las Prácticas Seguras en Relación con el Ruido. Diseñar y Ejecutar una Campaña de Concienciación Dirigida a los Trabajadores para Informarles Sobre los Efectos del Ruido en la Salud y el Medio Ambiente, Promoviendo la Importancia del Uso de Protección Auditiva y el Cumplimiento de las Prácticas Seguras en Relación con el Ruido.</p>	<p>una campaña de concienciación dirigida a los trabajadores para informarles sobre los efectos del ruido en la salud y el medio ambiente, promoviendo la importancia del uso de protección auditiva y el cumplimiento de las prácticas seguras en relación con el ruido. Esto implicará la preparación de material de capacitación y campaña, así como la coordinación de sesiones de capacitación y actividades de concienciación.</p>					
--	----------------------------	---	--	--	--	--	--	--

Realizado por: Leones, L., 2023.

En la tabla 4-6, se identificaron diversos hallazgos relacionados con el ruido en el área de construcción y se proponen acciones correctivas para abordar cada uno de ellos. Además, se incluyeron indicadores de cumplimiento y medios de verificación para evaluar la efectividad de las acciones implementadas. También se especifican los responsables de la ejecución, los costos estimados y los plazos de ejecución para cada acción correctiva. Este plan aborda tanto medidas preventivas como correctivas para garantizar una gestión efectiva del ruido en el área de construcción del puente sobre el río Guayllabamba.

Según Chávez (2021, 35) mediante la combinación de un enfoque preventivo y correctivo, se busca establecer un estándar de buenas prácticas en la gestión del ruido en el ámbito de la construcción, fomentando la adopción de medidas efectivas que beneficien tanto a los trabajadores como a la comunidad cercana. Este enfoque integral y replicable permitirá avanzar hacia una industria de la construcción más consciente y responsable con el cuidado del medio ambiente y la salud ocupacional (Peyloubet, 2020, pág.1). La implementación de un plan de control y prevención del ruido en la construcción del puente servirá como una guía para futuros proyectos de infraestructura y construcción, permitiendo adaptar y aplicar las medidas correctivas y preventivas en función de las características específicas de cada obra.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se realizaron mediciones de los niveles de ruido en el área de construcción del puente, mostrando una variación entre los diferentes puntos de medición, con valores mínimos y máximos de decibeles registrados. Estas mediciones brindan una base sólida para comprender el impacto del ruido generado por las actividades industriales durante la construcción del puente. Los valores fluctuaron desde un mínimo de 56.2 dB (A) hasta un máximo de 96.2 dB (A) y con un nivel de presión sonora de 100 dB (A), lo que indica la presencia de actividades industriales diversas y generadoras de ruido en la zona de construcción. Al analizar los datos recopilados durante las tres semanas de monitoreo en el área de construcción del puente, se pudo identificar una amplia variabilidad en los niveles de ruido registrados en los diferentes puntos de medición debido a las actividades ejercidas.

La comparación de los niveles de ruido medidos con los límites permisibles establecidos por la legislación ambiental reveló la situación actual del área de monitoreo. Los resultados indican que los niveles de ruido generado por las actividades industriales en la construcción del puente sobre el río Guayllabamba exceden el rango permisible de 70 dB (A). De los 32 puntos de monitoreo, 18 puntos registraron niveles de ruido por encima de este umbral legal. Este hallazgo sugiere la presencia de una potencial fuente de contaminación acústica, que podría tener efectos negativos tanto en el entorno natural como en la comunidad.

Se desarrollo un plan de control de ruido para la construcción del Puente sobre el río Guayllabamba. El objetivo principal de este plan es reducir los niveles de ruido ambiental generados por las actividades industriales en el área de construcción. La propuesta abarca todos los puntos de medición relevantes y se centra en la implementación de barreras acústicas en áreas sensibles, la planificación estratégica de horarios de trabajo para minimizar la exposición al ruido, el suministro de equipos de protección auditiva para los trabajadores y la reevaluación de la selección de equipos y maquinaria para reducir el impacto acústico. Además, se llevarán a cabo sesiones de capacitación y una campaña de concienciación para promover una cultura de prevención y protección en el lugar de trabajo. Con esta solución integral, se busca garantizar el cumplimiento de las normas ambientales y preservar la calidad del entorno durante todo el proceso de construcción del puente.

5.2. Recomendaciones

Implementar barreras acústicas y revisar la selección de equipos para reducir el impacto del ruido en el área de construcción del puente.

Establecer horarios de trabajo adecuados para minimizar la exposición al ruido en áreas cercanas a la comunidad.

Proporcionar capacitación y concienciación sobre los riesgos del ruido y medidas preventivas al personal, promoviendo una cultura de prevención en el lugar de trabajo.

Considerando la necesidad de mejorar la presentación de mapas en 3D, se sugiere explorar Google Earth Pro como una alternativa eficiente a ArcGIS. Este programa proporciona una representación tridimensional del entorno afectado por el ruido en la construcción del puente sobre el río Guayllabamba. La capacidad de Google Earth Pro para visualizar el terreno en 3D facilitará un análisis más detallado, permitiendo identificar posibles obstáculos acústicos naturales

BIBLIOGRAFÍA

1. **ABAD, Marta.** Estudio acústico y electroacústico de la sala de conciertos ritmo y compas [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. 2019. pp. 1-67. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: https://oa.upm.es/21507/1/TESIS_MASTER_MARTA_ABAD_SORBET.pdf
2. **ALBERCA, Yolanda.** Modelo de gestión ambiental para reducir la contaminación acústica en la ciudad de Chiclayo – Lambayeque [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. 2022. pp. 1-574. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79699>
3. **ALCIVAR PERÉZ, Henry.** “Percepción de la pérdida auditiva en trabajadores del sector de la construcción” *Revista San Gregorio* [en línea], 2022, (Ecuador) 1(3), p.1. [Consulta: 1 marzo 2023]. ISSN 1411-0250. Disponible en: <https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASANGREGORIO/article/view/2032>
4. **ÁLVAREZ, Juana.** Análisis de la variación de los costos económicos y las ventajas ambientales, que tiene la implementación de pavimentos asfálticos reciclados en la construcción de la vía distribuidora del sur en envigado (Antioquia) [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Corporación Universitaria UNITEC, Colombia. 2021. pp. 1-588. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <http://repositorio.unitec.edu.co/handle/20.500.12962/1243>
5. **AMABLE ÁLVAREZ, J. et al.** “Contaminación ambiental por ruido,” *Rev. Médica Electrónica*, vol. 39, no. 3 (2017), pp. 640–649.
6. **AMABLE, Isabel.** Contaminación ambiental por ruido [en línea]. Ecuador: Nuevo Amanecer, 2019. [Consulta: 20 junio 2023]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rme/v39n3/rme240317.pdf>
7. **BALLESTEROS, S. et al.** “Contaminación acústica en el transporte sanitario urgente por carretera,” *An. Sist. Sanit. Navar.*, vol. 35, no. 3 (2012), (Ecuador) pp. 367–375.

8. **BASNER, M., ET AL.** *Auditory and non-auditory effects of noise on health. The Lancet* [en línea]. Germany: Books White. 2014. [Consulta: 20 junio 2023]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/default.html>
9. **BATECA ESTRADA, LADY JULIANA & IPUZ GARCÍA, MARIA ALEJANDRA,** Educación ambiental y evaluación de la densidad poblacional para la conservación de los cóndores reintroducidos en el Parque Nacional Natural Los Nevados y su zona amortiguadora [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Minuto De Dios, Bogotá, Colombia. 2022. pp. 1-20. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: http://uniminuto-dspace.scimago.es/bitstream/10656/16575/1/TE.RLA_BatecaLady-IpuzMaria_2022
10. **BOLAJI, M.** “An analysis of noise and its environmental burden on the example of Nigerian manufacturing companies,” *J. Clean. Prod.*, vol. 172, n° 5 (2018), pp. 1800–1806.
11. **BUCHELI, G.** “Evaluación y control del riesgo de exposición a niveles de ruido que se generan en el movimiento de tierras en la construcción de una vía Caso de estudio: Prolongación Av. Simón Bolívar desde Carapungo a San Antonio de Pichincha”. *Recimundo* [en línea], 2018, (Ecuador) 1(2), pp. 1-5. [Consulta: 20 agosto 2023]. ISSN 1854-8520. Disponible en: <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/230/html>
12. **BUITRAGO, J. et al.** Estrategia para la promoción de reutilización de prendas de vestir de los usuarios de la universidad EAN [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Pontificia Universidad EAN, Bogotá, Colombia. 2022. pp. 1-37. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/11837>
13. **CÁCERES, S.** “Estudio del ruido generado por la maquinaria de construcción en infraestructura vial urbana”. *Scielo* [en línea], 2021, (Ecuador) 1(2), pp. 1-23. [Consulta: 20 agosto 2023]. ISSN 2518-4431. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312021000100007
14. **CALCINA, Alexander & CRUZ, Eloy.** Prevención de riesgos debido al ruido en la Construcción de bermas y veredas por la Empresa J. Cayo en SocabayaArequipa 2018 [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad tecnología del Perú, Arequipa, Perú. 2019. pp. 1-62. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/1837/Alexander%20Calcina_Eloy%20Cruz_Tesis_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

15. **CANTALEJO, Marta.** Desarrollo de la agricultura de precisión [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. 2020. pp. 1-70. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://oa.upm.es/63131/>
16. **CATALAN, Anel.** Percepción del paisaje sonoro en espacios públicos condicionados por elementos físicos de la morfología urbana de Centros Históricos. Caso de Jr. de la Unión y Psj. Santa Rosa [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. 2023. pp. 1-37. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/24096>
17. **CATTANEO, R. et al.** “Estudio de la contaminación sonora en la ciudad de Buenos Aires,” *Univ. Palermo*, vol. 17, no. 2 (2019), pp. 1–19.
18. **CEDEÑO, J. & VIDAL, A.** Diseño de control operacional sobre la incidencia de los niveles de ruido en la morbilidad laboral de una industria metalmecánica en Quevedo, 2022 [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Machala, Ecuador. 2022. pp. 1-64. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/7d01edd1-e9d7-41ab-bc5e-fa54267118e7>
19. **CEPAL.** *Daño y pérdida de biodiversidad* [blog]. [Consulta: 20 junio 2023]. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/temas/biodiversidad/perdida-biodiversidad>
20. **CHAMBILLAN, Graciela.** “Evaluación del nivel de ruido emitido por el equipo mecánico utilizado en la construcción de vías de concreto en desaguadero, Perú 2020 ”. *Scielo* [en línea], 2021, (Perú) 1(2), p. 6. [Consulta: 20 junio 2023]. ISSN 4589-7410. Disponible en: <https://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/vestsc/article/view/467/400>.
21. **CHÁVEZ, Freddy.** Implementación de un sistema de gestión de seguridad e higiene para prevenir riesgos laborales en un taller de mantenimiento de maquinarias del sector agrícola [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú. 2021. pp. 1-75. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/19858a72-1c15-4ef5-b2a6-bc6ba766ac7d/content>

22. **CHÁVEZ, Paula.** Un documental etnográfico sobre como las mujeres de la micro generación Xennial, nacidas entre 1977-1983, de clase media en Lima, perciben y experimentan su tiempo [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Pontificia Universidad de Católica del Perú, Lima, Perú. 2020. pp. 1-74. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/16091>
23. **CHINCHAY, Mario.** Arquitectura de un sistema de medición de ruido para la prevención y control de la contaminación sonora en la zona de influencia del Hospital III Cayetano Heredia de la ciudad de Piura [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Nacional de Piura, Lima, Perú. 2021. pp. 1-44. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3000>
24. **COCHABAMBA, Samuel.** “Estudio del ruido generado por la maquinaria de construcción en infraestructura vial urbana”. *Scielo* [en línea], 2021, (Ecuador) 1(8), pp. 80-87. [Consulta: 20 agosto 2023]. ISSN 1232-7675. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-44312021000100007&script=sci_arttext
25. **COHEN, J. & CASTILLO, O.** “Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable,” *Estud. Demogr. Urbanos Col. Mex.*, vol. 32, no. 1 (2017), pp. 65–96.
26. **COHEN, M. & CASTILLO, O.** “Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable”. *Scielo* [en línea], 2017, (México) 7(4), p. 65-96. [Consulta: 20 junio 2023]. ISSN 1616-4857. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102017000100065
27. **CONTRERAS, Suly.** Análisis vial de vehículos de carga pesada en el corredor de la calle 13 en Bogotá D.C. En el periodo 2018 – 2020) [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano, Colombia. 2020. pp. 1-588. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/10841>
28. **CURIPACO QUINTO, Patricia Zaedy.** Niveles de ruido y su efecto en la presencia de aves en el área urbana del distrito de Huancavelica [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Nacional de Huancavelica, Lima, Perú. 2021. pp. 1-148. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.unh.edu.pe/items/89a69ef3-1c10-41d3-bf78-6cfe4245589c>

29. **D'AGOSTO, J.** "Noise pollution, vibration, visual intrusion, and emission of solid and liquid waste," *Transportation, Energy Use and Environmental Impacts Elsevier*, vol. 5, n° 3 (2019), (USA) pp. 259–280.
30. **DABIRIAN, S. H. & J. LEE,** "Stochastic-based noise exposure assessment in modular and off-site construction," *J. Clean. Prod.*, vol. 244, n° 25 (2020), p. 118758.
31. **DEGRANDI, C. & NOGUEIRA, W.,** "Exposición Ocupacional a la Contaminación Sonora en Anestesiología," *Rev. Bras. Anesthesiol.*, vol. 62, no. 2 (2018), pp. 253–261.
32. **DOMÍNGUEZ, B.** Transiciones: infraestructuras de mejora en el polígono de Xarás [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad da Coruña, Brasil. 2022. pp. 1-588. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/31768>
33. **EPA Environmental Protection Agency.** *Construction Noise Handbook*. [en línea]. EE.UU: Green Books. 2018. [Consulta: 20 junio 2023]. Disponible en: https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-07/documents/construction_noise_handbook-rev2018.pdf
34. **FASQUELLE, L., & DOUTRES, O.** *Effects of the main atmospheric factors on outdoor sound propagation over long distances. Applied Acoustics*, [en línea]. EE.UU: New Days. 2021. [Consulta: 20 junio 2023]. Disponible: <https://www.lineaprevencion.com/uploads/lineaprevencion/contenidos/files/arch5dfa1fa6ec aef.pdf>
35. **FERNÁNDEZ, Johana & MAYORGA Karen.** Efectividad del uso de los tapones auditivos para disminuir la exposición a la contaminación sonora en trabajadores [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Norbert de la Salud, Tarma, Perú. 2021. pp. 1-90. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/4678>
36. **FLEISCHMAN RUZO, Daniela Michelle.** "Oira" Sistema Modular para mejorar las Condiciones Acústicas de los Hogares de Adultos Mayores con Hipoacusia en Lima Metropolitana [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. 2022. pp. 1-138. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en:

[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/22688/FLEISCHMAN_RUZO_DANIELA_MICHELLE%20\(1\).pdf?sequence=1](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/22688/FLEISCHMAN_RUZO_DANIELA_MICHELLE%20(1).pdf?sequence=1)

37. **GANIME, L. Et al.** “El ruido como riesgo laboral: una revisión de la literatura,” *Enfermería Glob.*, vol. 5, no. 19 (2019), pp. 1–15.
38. **GASCÓN, L., & MOMPÓ, J.** *Nuevas técnicas de medición de ruido* [en línea]. Ecuador: Revista Ehu, 2019. [Consulta: 20 junio 2023]. Disponible en: <https://www.ehu.eus/acustica/espanol/ruido/inmes/inmes.html>
39. **GÓMEZ, J.** “El ruido: efectos psicológicos y su incidencia económica”. *Ingeniería México*, vol. 21, n°1(2019), (Costa Rica) pp. 75-82.
40. **HAMMAD, A. et al.** “A multi-objective mixed integer nonlinear programming model for construction site layout planning to minimise noise pollution and transport costs,” *Autom. Constr.*, vol. 61, n°1 (2019), pp. 73–85.
41. **HERRERA PONCE, Rocío Liz.** Evaluación de impacto ambiental sonoro en la construcción de la carretera aeropuerto, Conchumayo, Churubamba, Huánuco – 2021 [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad de Huánuco, Lima, Perú. 2022. pp. 1-77. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <http://200.37.135.58/handle/123456789/3405>
42. **HERRERA, V. et al.** A Propósito de la Conceptualización del Sonido como Estrategia para Posibilitar el Desarrollo de Habilidades Científicas: una Aproximación desde las Consideraciones Teóricas de Hermann Von Helmholtz [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Minuto De Dios, Bogotá, Colombia. 2022. pp. 259-280. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/33280/1/HerreraLizeth_2022_ConceptualizacionSonidoEstrategia.pdf
43. **HUAMÁN, Mishelle.** Relación entre la percepción del ruido ambiental y los niveles de presión sonora del tránsito vehicular en el distrito de Tarma 2021 [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Católica Sedes Sapientiae, Tarma, Perú. 2022. pp. 1-87. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1689>

44. **HUAQUISCO, Samuel.** “Estudio del ruido generado por la maquinaria de construcción en infraestructura vial urbana”. *Scielo* [en línea], 2021, (Ecuador) 1(2), p. 88. [Consulta: 20 junio 2023]. ISSN 5418-7852. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/riyd/v21n1/v21n1_a07.pdf
45. **HUAQUISO, K. & CHABILLA, A.** “El ruido en las contrucciones y sus efectos” *Scielo* [en línea], 2021, (Ecuador) 1(2), p.3. [Consulta: 1 marzo 2023]. ISSN 1542-1547. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-44312021000100007&script=sci_arttext
46. **HUAQUISTO, S. & CHAMBILLA, I.** Evaluación del nivel de ruido emitido por el equipo mecánico utilizado en la construcción de vías de concreto en Desaguadero, Perú 2020 [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Privada de Tacna, Lima, Perú. 2020. pp. 1-70. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/vestsc/article/view/467>
47. **IZA, Josselyn.** La contaminación auditiva en el proceso enseñanza aprendizaje Guayaquil [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2020. pp. 1-59. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21767>
48. **KAHNEMAN, O. et al.** *Ruido: Un fallo en el juicio Huano* [en línea]. Cuba: Nueva Libertad, 2021. [Consulta: 20 septiembre 2023]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=IDA0EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=A+menudo+se+subestima+el+impacto+del+ruido+y+no+se+toman+medidas+adecuadas+para+abordarlo&ots=sSggLympIG&sig=1ORo8eNTToQT7C0o6TPrqU__1_AQ#v=onepage&q&f=false
49. **LEE, S. Y., & HONG, S. Y.** *Prediction of outdoor noise propagation using a hybrid computational fluid dynamics-acoustic model.* *Applied Acoustics* [en línea]. EE.UU: Journal Science, 2020. [Consulta: 20 junio 2023]. Disponible en: <https://faculty.engineering.ucdavis.edu/slee/publications/>
50. **LIBRO VI-ANEXO 5.** *Norma técnica que establece los límites permisibles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles* 2015, p.10).

51. **LIMAYLLA J. & LÓPEZ R.** Evaluación de la contaminación acústica en el centro urbano de la ciudad de Huánuco que influye en la calidad de vida de la población – 2019 [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Daniel Alcides Carrión ,Lima, Perú. 2021. pp. 23- 44. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2344>
52. **MACÍAS, Kleber & SAA, José.** Evaluación de riesgos por exposición a ruido laboral, establecimiento de las medidas de control preventivo y de las de protección, en una planta productora de balanceado para camarón, ubicada en la ciudad de Milagro [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Escuela Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. 2021. pp. 1-70. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52482>
53. **MANZI, Sara.** Metodología para la evaluación del desempeño ambiental de un prototipo de infraestructura básica multipropósito durante su ciclo de vida 2022 [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad autónoma de Occidente, Bogotá, Colombia. 2022. pp. 1-64. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/14163/T10357_Metodología%20para%20la%20evaluación%20del%20desempeño%20ambiental%20de%20un%20prototipo%20de%20infraestructura%20básica%20multipropósito%20durante%20su%20ciclo%20de%20vida.pdf?sequence=4
54. **MARTÍNEZ SUÁREZ, L. & MORENO JIMÉNEZ, A.** “El ruido ambiental urbano de Madrid: caracterización y evaluación cuantitativa de la población potencialmente afectable”. *Boletín la Asoc. Geógrafos Españoles*, vol. 1, n°. 40 (2019), (Ecuador) pp. 153–180.
55. **MARTÍNEZ, Manuel.** Estudio e implementación de un sistema de posicionamiento submarino con dos hidrófonos [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. 2022. pp. 1-62. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/195587>
56. **MAYA, I.** *El ruido es uno de los más ignorados riesgos para la salud* [en línea]. Ecuador: Ediciones Libros Amanecer, 2020. [Consulta: 20 junio 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552010000100005

57. **MCTAGUE, M. F., & CURL, C. L.** *Effects of occupational noise exposure on blood pressure and heart rate in construction workers. Journal of Occupational and Environmental Medicine*, [en línea]. EE.UU: New-Book. 2019. [Consulta: 20 junio 2023]. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4593656/>.
58. **MÉNDEZ, I. et al.** “Contaminación por ruido”. *Scielo* [en línea], 2018, (Cuba) 1(3), p. 1-12. [Consulta: 20 junio 2023]. ISSN 1616-4857. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000300024
59. **MILLIAN, J.** *Instalaciones de megafonía y sonorización* [en línea]. Ecuador: Coalition Books, 2022. [Consulta: 20 septiembre 2009]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mV2EAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=E+oído+humano+es+capaz+de+percibir+los+sonidos+al+detectar+las+variaciones+de+presión,+aunque+no+todos+los+sonidos+son+audibles,+ya+que+esto+depende+de+la+frecuencia+de+vibración+&ots=LMxgaPYnYT&sig=xe02w04vCkg9C-ooS2G6UvjXpOE#v=onepage&q&f=false>
60. **MIRAYA, Federico.** *Nivel Sonoro* [Blog]. [Consulta: 14 septiembre 2010]. Disponible en: <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/niveles.htm>
61. **MOHAMMAD, S.** “A Secondary Control Method for Voltage Unbalance Compensation and Accurate Load Sharing in Networked Microgrids” *Science Direct* [en línea], 2021, (Ecuador) 1(2), pp. 1-55. [Consulta: 20 agosto 2023]. ISSN 1478-9632. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9364271>
62. **MONTOYA, José.** Análisis y evaluación de ambientes acústicos mediante el uso de redes inalámbricas de sensores. [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Católica San Antonio e Murcia, Murcia, España. 2020. pp. 1-25. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.ucam.edu/handle/10952/5244>
63. **MOSQUERA, G.** “Base de Datos de Niveles de Ruido de Equipos que se usan en la Construcción, para Estudios de Impacto Ambiental,” *Revista Austral de Chile*, vol. 2, n°4 (2019), p.6
64. **MUÑOZ, D.** Evaluación de ruido laboral para la aplicación de técnicas de disminución de niveles de presión sonora en una industria alimenticia de Guayaquil [En línea] (Trabajo de

- titulación). (Titulación) Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. 2021. pp. 1-233. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VASQUEZ%20GUERRA%20DOUGLAS%20VICENTE.pdf>
65. **MUÑOZ, Lourdes. et al.**, Probabilidades y estadística: pilares fundamentales de la investigación científica [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad tecnología del Perú, Arequipa, Perú. 2022. pp. 1-82. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <http://www.etecam.com/index.php/etecam/article/view/42>
66. **MURALIKRISHNA, V. et al.** “Noise Pollution and Its Control,” *Environmental Management*, vol. 7, n°2 (2017), (Butterworth-Heinemann) pp. 399–429.
67. **MUZET, A.** “Environmental noise, sleep and health, *Sleep Medicine Reviews*”. Vol. 11, n° 5 (2018), (USA) p. 1.
68. **NAJARRO Pamela & RAMÍREZ, Genaro.** La actividad humana y la contaminación acústica en la Av. Nicolás Ayllón – distrito de Ate – Lima – 2022 [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad César Vallejo, Barcelona, España. 2022. pp. 1-150. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104219>
69. **NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH.** *Occupational Noise Exposure: Construction*. [en línea]. EE.UU: St. Books. 2018. [Consulta: 20 junio 2023]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/construction.html>
70. **NAVARRETE, Edmundo.** Factor ergonómico por ruido laboral y su afectación en la salud de los operadores de una planta de producción azucarera [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2023. pp. 1-87. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13884>
71. **NAVARRO, Juan.** Análisis y evaluación de ambientes acústicos mediante el uso de redes inalámbricas de sensores [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Católica de Murcia, Murcia, España. 2022. pp. 1-251. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.ucam.edu/handle/10952/5244>

72. **NIOSH.** *Occupational noise exposure: Recommendations for a hearing conservation program.* [en línea]. EE.UU: Good Books. 2020. [Consulta: 20 junio 2023]. Disponible: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/default.html>
73. **ORTIZ PEÑAFIEL, Luis Alberto.** Metodología de ensayo de laboratorio de la facultad de ingeniería civil y mecánica para la medición de ruido ambiental y laboral [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2021. pp. 1-233. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35844/1/Tesis%20I.M.%20694%20-%20Pilapanta%20Lasso%20Darwin%20Bladimir%20y%20Ortiz%20Peñafiel%20Luis%20Alberto.pdf#page=106&zoom=100,148,837>
74. **OVALLE, Esmeralda.** Guía de Intervención Frente a los Efectos Psicosociales que causa la Exposición al Ruido en los Trabajadores de la Empresa Inversora La Paz [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Escuela Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. 2021. pp. 1-70. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <http://uniminuto-dspace.scimago.es:8080/handle/10656/12480>
75. **OVIEDO, Julietha.** Diseño de programa para el control de ruido ocupacional en la línea de operación en la cantera Agregados Antioquia Planta Bello S.A.S Xarás [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad ECCI, Colombia. 2021. pp. 1-71. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2516>
76. **PADRO.** *Normas de Seguridad Industrial en la exposición al ruido en el trabajo* [blog]. [Consulta: 20 junio 2023]. <https://www.psprevencion.com/psprevencion-noticias.php?id=697#submenuhome>
77. **PALACIOS, Norma.** El entrenamiento de habilidades auditivas en niños en educación infantil con hipoacusia moderada perilocutiva [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad RENATI, Perú. 2020. pp. 1-71. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3327835>
78. **PARDO, Ivanoba.** Identificación, evaluación y control de los peligros laborales [en línea]. Ecuador: Ediciones Impresas, 2019. [Consulta: 20 septiembre 2023]. Disponible en: https://web.archive.org/web/20220820062158id_/https://libros.usc.edu.co/index.php/usc/catalog/download/277/387/5911?inline=1

79. **PÉREZ VICHARRA, Camila Isabel.** Niveles de ruido ambiental en el horario laboral de la municipalidad distrital de Ate de setiembre a diciembre 2021 [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. 2023. pp. 1-44. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <http://181.176.159.234/handle/20.500.14292/2374>
80. **PEYLOUBET, Paula.** *Convidar tecnología: Una propuesta a partir de la co-construcción* [en línea] Ecuador: Editorial Verde, 2020. [Consulta: 20 agosto 2023]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KeQ9EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=Este+enfoque+integral+y+replicable+permitirá+avanzar+hacia+una+industria+de+la+construcción+más+consciente+y+responsable+con+el+cuidado+del+medio+ambiente+&ots=sDvi-0VnRm&sig=g4nLTuSXmNy2CMYhfkDW1hIvgZ8#v=onepage&q&f=false>
81. **PINILLA ROMERO, Estela.** DMT y estrés docente. Una revisión teórica- empírica y una propuesta a través de la inteligencia y la DMT [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España. 2020. pp. 1-15. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/203077>
82. **POLO, E.** La contaminación del Río Medellín: recurso para la creación visual en el arte contemporáneo [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Instituto Universitaria, Bogotá, Colombia. 2022. pp. 1-20. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: http://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/5858/EvelinYamile_PoloPatino_2022.pdf?sequence=4&isAllowed=y
83. **RASHED, A., & MUTAIRI, N.** *Environmental noise pollution: The case of construction sites in Kuwait. Environmental Science and Pollution Research* [en línea]. EE.UU: Books. 2017. [Consulta: 20 junio 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/245309244_Workers%27_perceptions_and_awareness_of_noise_pollution_at_construction_sites_in_Kuwait
84. **RASTELLI et al.** “Percepción de la pérdida auditiva en trabajadores del sector de la construcción” *Journal Redalyc* [en línea], 2018, (Ecuador) 1(2), p.4. [Consulta: 1 marzo 2023]. ISSN 9878-9632. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5075/507551264003/html/>

85. **RIBEIRO, Sergio.** Vigilancia de la salud del trabajador: un estudio sobre calidad de vida y efectos extra-auditivos en trabajadores de laboratorios químicos de una industria petrolífera en la ciudad de Río de Janeiro [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales, Buenos Aires, Argentina. 2020. pp. 1-7. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: [http://dspace.uces.edu.ar:8180/jspui/bitstream/123456789/6092/1/Ribeiro%20de%20Sant'Ana_Vigilancia.pdf](http://dspace.uces.edu.ar:8180/jspui/bitstream/123456789/6092/1/Ribeiro%20de%20Sant%27Ana_Vigilancia.pdf)
86. **RODRÍGUEZ F.** Aplicación del método William Fine para la evaluación de riesgos laborales en motoniveladoras, cargadoras y bulldozers del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo (Trabajo de titulación). (Titulación) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2018, p.3.
87. **SAGUA, Gustavo.** Evaluación del nivel de presión sonora generado en explotación minera a los trabajadores de la Cooperativa Minera Limata Limitada en la región Puno [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad de Alcaz, Lima, Perú. 2022. pp. 1-77. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC%20S.A.C./95>
88. **SALAZAR, Andrés & HERNÁNDEZ, Jorge.** Diseño de cerramiento acústico para el control de ruido de una zaranda en el área industrial 2021 [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad de Antioquia, Medellín, España. 2022. pp. 1-77. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/30022>
89. **SANCHEZ, N.** Caracterización de los impactos ambientales a partir de la simulación multicriterio. Caso de estudio: futura construcción de la avenida longitudinal de occidente, Bogotá. [en línea]. Ecuador: Publicaciones Nuevas Ideas, 2022. [Consulta: 20 agosto 2023]. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/23662/Documento%20final.%20Caracterizacion%20de%20los%20impactos%20ambientales%20a%20partir%20de%20la%20simulacion%20multicriterio.%20Caso%20de%20estudio%20Futura%20Construccion%20de%20la%20ALO%20Bogota.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
90. **SANTO, Yuneisy.** “Actualización acerca del riesgo de pérdida auditiva inducida por ruido en el personal odontológico”. *Revista de la Asociación Odontológica Argentina* [en línea], 2020, (Ecuador) 1(8), pp. 80-87. [Consulta: 20 agosto 2023]. ISSN 0015-8520. Disponible

en:

<https://web.s.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=00044881&AN=146067743&h=chPknGof20JftCeomLSSAwMpxigToFKe%2f8ou0NHF8293tYnsMwboRQm7LZs%2fEEOfoQD68OfTuhsfY9mUcT%2fwDQ%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d00044881%26AN%3d146067743>

91. **SANZ, Jose.** *Impresiones: Escritos y dibujos* [En línea]- Ecuador: Editoriales Publicas, 2021. [Consulta: 20 agosto 2023]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=tIFEEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA6&dq=Cuando+el+sonido+choca+contra+una+superficie+sólida,+como+una+pared+o+el+suelo,+parte+de+la+energía+del+sonido+es+reflejada+hacia+atrás,+mientras+que+otra+parte+es+absorbida+por+el+material.+La+reflexión+puede+causar+eco+y+afectar+la+dirección+y+distr&ots=s7QTggtvGQ&sig=5uLPsU59RCW8FjVIT9Np7lietwo#v=onepage&q&f=false>
92. **SEORL.** *Que efectos causa el ruido en la salud auditive* [blog]. [Consulta: 20 junio 2023]. Disponible en: <https://seorl.net/efectos-ruido-salud-auditiva/>
93. **SOTO, Victoria.** DMT y estrés docente. Una revisión teórica- empírica y una propuesta a través de la inteligencia y la DMT [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Nacional del Callao, Barcelona, España. 2019. pp. 1-97. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/5708>
94. **SUTER, K.** “Ruido y efectos del ruido” *Scielo* [en línea], 2019, (Ecuador) 12(12), p.6. [Consulta: 1 marzo 2023]. ISSN 1598-7852. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Capítulo+47.+Ruido>
95. **SYLVA, Karen.** Ruido, un contaminante silencioso, Ecuador: Ediciones Publicas, 2020, pp.7-12.
96. **TARANMON P. et al.** “Evaluation and improvement of energy consumption prediction models using principal component analysis based feature reduction”. *Science Direct* [en línea], 2021, (Ecuador) 1(2), pp. 1-55. [Consulta: 20 agosto 2023]. ISSN 2020-1478. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620339111>

97. **TICONA CALLISAYA, Felipa Josefina.** Intensidad del ruido generado en el cuidado del recién nacido dentro y fuera de la incubadora en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, Hode Materno Infantil, Gestión 2019 [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. 2021. pp. 1-6. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/30101>
98. **TINEO MOSCOL, Robinson Ray.** Propuesta de un sistema de insonorización para minimizar el impacto acústico en la empresa Skuda E.I.R.L. Ignacio Escudero, Sullana [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú 2021. pp. 1-62. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2464>
99. **TOLEDO RODRÍGUEZ, José Antonio.** Teoría general sobre el ruido [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad de Ciencias y Artes de Chapas, México. 2021. pp. 1-45. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/4181>
100. **TORRES, X. & BAILLÉS, E.** El estrés [en línea]. Ecuador: Andes Editorial, 2020. [Consulta: 20 septiembre 2023]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xZygDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT9&dq=Las+mujeres+embarazadas+que+viven+en+áreas+ruidosas+corren+el+riesgo+de+desarrollar+preeclampsia,+por+lo+que+se+recomienda+minimizar+la+exposición+al+ruido+intenso+durante+el+embarazo.&ots=799EvKf42T&sig=srCeq88SjLwR3rNRvpXFmxFwXv4#v=onepage&q&f=false>
101. **TRIANA, Jhoan & SALAZAR, Juan.** Plan de mejora en torno a la cultura de seguridad y salud en el trabajo basado en el liderazgo en la empresa Tecsering [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Unidades Tecnológicas de Santander, Bogotá, Colombia. 2023. pp. 1-74. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/12919>
102. **TROPIANO, Y. & ATILIO, N.** *El protocolo de bioseguridad, bajo el modelo de varios países de América Latina, y papel de los servicios y/o comité de seguridad y salud laboral ante el Covid-19* [en línea]. Cuba: Nueva Libertad, 2020. [Consulta: 20 septiembre 2023]. Disponible en: https://www.cielolaboral.com/wp-content/uploads/2020/05/tropiano_noguera_noticias_cielo_n5_2020.pdf

103. **TULSMA 097-A.** Anexo 5. Disponible:
<https://www.cip.org.ec/attachments/article/450/ANEXO%205%20RUIDO.pdf>
104. **ÚSUGA, Juan.** Diseño de cerramiento acústico para el control de ruido de una zaranda en el área industrial [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad de Antioquia, Madrid, España. 2022. pp. 1-60. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en:
<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/30022>
105. **VIDAL, L.** *Biofísica: La audición* [En línea]- Ecuador: Editoriales Publicas, 2020. [Consulta: 20 agosto 2023]. Disponible en:
<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/28629/Vidal,%20Adolfo%20-%20Biofísica%20de%20la%20audicion.pdf?sequence=3>

ANEXOS

ANEXO A: RESULTADO DE ENCUESTAS

#	PREGUNTA	SI	NO	¿En caso de decir Si, POR QUE ?	Total
1	¿Ha experimentado algún impacto en su salud debido al ruido en el área de construcción?	13	22	-Sordera -Dolor de cabeza -Estrés -Pérdida de audición	35
2	¿Considera que los niveles de ruido en el área de construcción son excesivos	26	9	-	35
3	¿Se ha visto afectado en su rendimiento laboral debido al ruido constante?	10	25	-	35
4	¿Se han implementado medidas de control de ruido en su área de trabajo?	12	23	-	35
5	¿Se han proporcionado equipos de protección auditiva para mitigar los efectos del ruido?	25	10	-	35
6	¿Siente que la empresa ha tomado medidas adecuadas para reducir los niveles de ruido?	20	15	-	35
7	¿Ha recibido capacitación sobre los riesgos asociados con el ruido en su entorno laboral?	21	14	-	35
8	¿Cree que se deberían implementar más medidas de control de ruido en el área de construcción?	30	5	-	35
9	¿Considera que la legislación actual es suficiente para abordar los problemas de ruido en la construcción?	10	25	-	35
10	¿Recomendaría algún tipo de mitigación específica para reducir el impacto del ruido en el área de construcción?	28	7	-	35

ANEXO B: ACTIVIDADES DE LA ZONA



Desembarque de cemento



Zona de construcción



Actividades de encofrado



Personal

ANEXO C: REGISTRO DE NIVEL DE RUIDO



ANEXO D: ENCUESTAS AL PERSONAL



ANEXO E: FUENTE GENERADORAS DE RUIDO





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 18 / 01 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Martha Lilibeth Leones Pérez
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniera Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo, MSc.



2184-DBRA-UPT-2023