



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LAS
UNIDADES EDUCATIVA FISCOMISIONALES “DON BOSCO Y
MARÍA AUXILIADORA” DEL CANTÓN MORONA**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA: PATRICIA MARISOL CHACÓN CHACÓN

DIRECTOR: Ing. WILLIAM ESTUARDO CARRILLO BARAHONA Mgs.

Macas – Ecuador

2022

© 2022, Patricia Marisol Chacón Chacón

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

Yo, PATRICIA MARISOL CHACÓN CHACÓN, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo 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.

Macas, 20 de diciembre de 2022

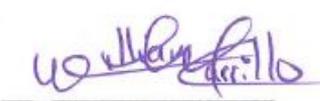
A handwritten signature in purple ink, appearing to be 'Patricia Marisol Chacón Chacón', written over a horizontal line.

Patricia Marisol Chacón Chacón

CI: 1400889935

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LAS UNIDADES EDUCATIVA FISCOMISIONALES “DON BOSCO Y MARÍA AUXILIADORA” DEL CANTÓN MORONA**, realizado por la señorita: **PATRICIA MARISOL CHACÓN CHACÓN**, 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. Ximena Rashell Cazorla Vinueza Mgs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-12-20
Ing. William Estuardo Carrillo Barahona Mgs. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-20
Ing. Eder Lenin Cruz Sigüenza Mgs. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-12-20

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a Dios por regalarme sabiduría, nunca abandonarme a lo largo de este trayecto.

A mis padres de manera especial a mi padre Patricio por su entero amor quién ha sido mi apoyo incondicional todo este tiempo.

A mi hermano Josué Rafael por su cariño y paciencia todo este tiempo.

A mi esposo Víctor León por acompañarme en toda mi carrera universitaria.

Patricia

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por no dejarme sola en ningún momento.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por acogerme durante todos estos años y brindarme sus nobles enseñanzas.

A mis profesores que estuvieron a lo largo de esta carrera por ser guías e impartir sus valores y conocimientos.

Patricia

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1.	Planteamiento del problema.....	3
1.2.	Limitaciones y delimitaciones	3
1.3.	Problema general de investigación (Pregunta)	3
1.4.	Problemas específicos de investigación	4
1.5.	Objetivos	4
1.5.1.	<i>Objetivo general</i>	4
1.5.2.	<i>Objetivos específicos</i>	4
1.6.	Justificación	4
1.6.1.	<i>Justificación teórica</i>	4
1.6.2.	<i>Justificación metodológica</i>	5
1.6.3.	<i>Justificación práctica</i>	5
1.7.	Hipótesis.....	5

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	6
2.1.	Antecedentes	6
2.2.	Bases conceptuales	8
2.2.1.	<i>Contaminación acústica</i>	8
2.2.2.	<i>Causas de la contaminación acústica</i>	8
2.2.3.	<i>Efectos de la contaminación acústica</i>	9
2.2.4.	<i>Impactos del ruido en la escuela</i>	9
2.2.5.	<i>Medición del ruido</i>	10
2.2.6.	<i>Equipos de medición de ruido</i>	11

2.2.7.	<i>Partes del sonómetro</i>	11
2.2.8.	<i>Índices de valoración de ruido</i>	12
2.2.8.1.	<i>Índice de ruido continuo equivalente LAeq,T.</i>	13
2.2.8.2.	<i>Índice de ruido máximo L_{Amax}.</i>	13
2.2.8.3.	<i>Índice de ruido continuo equivalente corregido L_Keq, T</i>	13
2.2.8.4.	<i>Índice de ruido continuo equivalente corregido promedio a largo plazo L_K x.</i>	13
2.2.8.5.	<i>Índice de ruido día-tarde-noche, L_{den}.</i>	13
2.2.9.	<i>Mapa de ruido</i>	14
2.2.10.	<i>Representación gráfica de los mapas de ruido</i>	14
2.2.11.	<i>Fuentes de generación de ruido</i>	15
2.2.12.	<i>Prevención a la exposición de ruidos molestos</i>	16
2.2.13.	<i>Protección auditiva personalizada</i>	16
2.2.13.1.	<i>Materiales absorbentes</i>	17
2.2.13.2.	<i>Barreras acústicas</i>	17
2.2.13.3.	<i>Aislamientos</i>	18
2.3.	Base Legal	19
2.3.1.	<i>Constitución de la República del Ecuador:</i>	19
2.3.2.	<i>Ley orgánica de salud</i>	19
2.3.3.	<i>Ley de gestión ambiental</i>	20
2.3.4.	<i>Acuerdo Ministerial 097</i>	20
2.3.5.	<i>L10</i>	21
2.3.6.	<i>LaEQ (Nivel de ruido continuo equivalente)</i>	21
2.3.7.	<i>LCeq</i>	22

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	23
3.1.	Enfoque de investigación	23
3.2.	Nivel de Investigación	23
3.3.	Diseño de investigación	23
3.3.1.	<i>Identificación de variables</i>	24
3.4.	Tipo de estudio (documental/de campo)	25
3.5.	Población y Planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra	25
3.5.1.	<i>Tamaño de la muestra</i>	26
3.5.2.	<i>Criterios de inclusión</i>	26
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	26
3.7.	Técnicas de recolección de datos	26

3.8.	Técnicas y Métodos	27
3.9.	Análisis Estadístico Inferencial.....	28

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS.....	29
4.1.	Puntos de monitoreo	29
4.2.	Georreferenciación puntos monitoreo:	30
4.2.1.	<i>Unidad Educativa María Auxiliadora</i>	31
4.2.2.	<i>Unidad Educativa Don Bosco</i>	32
4.2.3.	<i>Unidad educativa Don Bosco</i>	35
4.3.	Laeq.....	37
4.3.1.	<i>Escuela María Auxiliadora</i>	37
4.3.2.	<i>Escuela Don Bosco</i>	57
4.4.	Puntos críticos.....	77
4.4.1.	<i>Escuela María Auxiliadora</i>	78
4.4.2.	<i>Escuela Don Bosco</i>	79

CAPÍTULO V

5.	PLAN DE MITIGACIÓN	82
5.1.	Presentación.....	82
5.2.	Objetivos	82
5.3.	Premisas	82
5.4.	Normativa	83
5.5.	Descontaminación del ruido ambiental	84
5.5.1.	<i>Estudio preliminar</i>	84
5.5.2.	<i>Programas de descontaminación por ruido</i>	84
5.5.3.	<i>Antecedentes</i>	85
5.5.4.	<i>Plan de acción</i>	85
5.5.4.1.	<i>Plan de disminución de ruido por fuentes móviles</i>	87
5.5.4.2.	<i>Información general del procedimiento</i>	87
5.5.4.3.	<i>Condiciones generales</i>	88
5.5.4.4.	<i>Actividades para la minimización del ruido proveniente de fuentes móviles</i>	88

CAPÍTULO VI

6.	DISCUSIÓN.....	89
	CONCLUSIONES.....	91
	RECOMENDACIONES.....	92
	BIBLIOGRAFÍA	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Fuentes de ruido según su origen.....	15
Tabla 2-2:	Limites máximos permisible según uso del suelo.....	22
Tabla 3-2:	Límites máximos permisible de presión sonora para vehículos automotores.....	22
Tabla 1-3:	Descripción de tratamientos a evaluar	24
Tabla 2-3:	Puntos de muestreo a considerar en cada unidad educativa.....	27
Tabla 1-4:	Coordenadas geográficas de los puntos de mayor contaminación sónica (7,10) en la unidad educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago	33
Tabla 2-4:	Coordenadas geográficas de los puntos de menor contaminación sónica (1, 2,3,4,5,6,8,9) en la Unidad Educativa María Auxiladora de la Provincia Morona Santiago	34
Tabla 3-4:	Coordenadas geográficas de los puntos de mayor contaminación sónica (2,3, 7 y 8) en la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	35
Tabla 4-4:	Coordenadas geográficas de los puntos de menor contaminación sónica (1,4,5,6,9 y 10) en la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	36
Tabla 5-4:	Prueba de Kruskall Wallis de datos obtenidos de medición de contaminación sonora en la unidad educativa Maria Auxiliadora	78
Tabla 6-4:	Comparación para la variable LAeq mediante prueba de Kruskall-Wallis en función del punto de muestreo para la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	79
Tabla 7-4:	Prueba de Kruskall Wallis de datos obtenidos de medición de contaminación sónica en la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	79
Tabla 8-4:	Comparación para la variable LAeq mediante prueba de Kruskall-Wallis en función del punto de muestreo en la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	80
Tabla 1-5:	Matriz FODA para la implementación de propuesta de mitigación de ruido en unidades educativas ariá Auxiliadora y Don Bosco.....	83
Tabla 2-5:	Lugares de escuelas donde se deben llevar a cabo medidas de mitigación de ruidos.	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Sonómetro para medición de presión sonora	11
Figura 2-2:	Partes de un Sonómetro	12
Figura 3-2:	Equipos personales de protección auditiva	17
Figura 4-2:	Materiales absorbentes de ruidos	17
Figura 5-2:	Barreras acústicas para evitar propagación de ruidos molestos	18
Figura 6-2:	Aislamiento acústico para evitar exposición a ruidos molestos	18
Figura 7-2:	Caseta sonora amortiguadoras para evitar exposición a ruidos molestos	19
Figura 8-2:	Tipos de ambientes según los decibeles.....	21
Figura 1-3:	Ubicación de las Unidades Educativas de Estudio; A: Unidad Educativa “María Auxiliadora”; B: Unidad Educativa “Don Bosco”	25
Figura 2-3:	Horarios de muestreo.	27
Figura 1-4:	Puntos de muestreo correspondientes a la Unidad Educativa “María Auxiliadora”.	29
Figura 2-4:	Puntos de muestreo correspondientes a la Unidad Educativa “Don Bosco”.....	30
Figura 3-4:	Planimetría georreferenciada de Unidad Educativa “María Auxiliadora”.....	30
Figura 4-4:	Planimetría georreferenciada de Unidad Educativa “Don Bosco”.	30
Figura 5-4:	Puntos críticos de ruido identificados en la Unidad Educativa María Auxiliadora del cantón Morona Santiago.	32
Figura 6-4:	Puntos críticos de ruido identificados en la Unidad Educativa Don Bosco del cantón Morona Santiago.	32
Figura 7-4:	Ubicación de los puntos de mayor contaminación sónica (7 y 10) en la unidad educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.	33
Figura 8-4:	Ubicación de los puntos de menor contaminación sónica (1,2 3,4,5,6, 8 y 9) en la Unidad Educativa Maria Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	35
Figura 9-4:	Ubicación de los puntos de mayor contaminación sónica (2,3, 7 y 8) en la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.	36
Figura 10-4:	Ubicación de los puntos de mayor contaminación sónica (1, 4, 5, 6, 9, 10) en la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.	37
Figura 11-4:	Análisis de datos de punto 1 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	38
Figura 12-4:	Análisis de datos de punto 2 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	40
Figura 13-4:	Análisis de datos de punto 3 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	42

Figura 14-4: Análisis de datos de punto 4 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	44
Figura 15-4: Análisis de datos de punto 5 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	46
Figura 16-4: Análisis de datos de punto 6 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	48
Figura 17-4: Análisis de datos de punto 7 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	50
Figura 18-4: Análisis de datos de punto 8 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	52
Figura 19-4: Análisis de datos de punto 9 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	54
Figura 20-4: Análisis de datos de punto 10 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	56
Figura 21-4: Análisis de datos de punto 1 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	58
Figura 22-4: Análisis de datos de punto 2 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	60
Figura 23-4: Análisis de datos de punto 3 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	62
Figura 24-4: Análisis de datos de punto 4 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	64
Figura 25-4: Análisis de datos de punto 5 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	66
Figura 26-4: Análisis de datos de punto 6 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	68
Figura 27-4: Análisis de datos de punto 7 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	70
Figura 28-4: Análisis de datos de punto 8 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	72
Figura 29-4: Análisis de datos de punto 9 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	74
Figura 30-4: Análisis de datos de punto 10 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	76
Figura 31-4: Resultados del analisis de datos de contaminacion sónica en la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago para variable Laeq.....	78

Figura 32-4: Resultados del análisis de datos de contaminación sónica en la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago para variable LAeq interacción punto*horario.	80
Figura 33-4: Mapas de ruido de la Unidad Educativa María Auxiliadora obtenido mediante Software libre QGIS a partir de del procesamiento de datos obtenidos en la institución.....	81
Figura 34-4: Mapa de ruido de la unidad educativa Don Bosco obtenido mediante Software libre QGIS a partir de del procesamiento de datos obtenidos en la institución.....	81
Figura 1-5: Plan de accion para mitigacion para la prevencion de ruidos.	86
Figura 2-5: Colocación de barreras aislante y equipos de proteccion auditivo.....	86
Figura 3-5: Plan para disminuir las fuentes de ruido.	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4: Serie del tiempo LAeq del punto 1 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	39
Gráfica 2-4: Serie del tiempo LAeq del punto 2 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	41
Gráfico 3-4: Serie del tiempo LAeq del punto 3 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	43
Gráfico 4-4: Serie del tiempo LAeq del punto 4 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	45
Gráfico 5-4: Serie del tiempo LAeq del punto 5 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	47
Gráfico 6-4: Serie del tiempo LAeq del punto 6 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	49
Gráfico 7-4: Serie del tiempo LAeq del punto 7 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	51
Gráfico 8-4: Serie del tiempo LAeq del punto 8 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	53
Gráfico 9-4: Serie del tiempo LAeq del punto 9 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	55
Gráfico 10-4: Serie del tiempo LAeq del punto 10 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.....	57
Gráfico 11-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 1 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	59
Gráfico 12-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 2 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	61
Gráfico 13-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 3 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	63
Gráfico 14-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 4 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	65
Gráfico 15-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 5 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	67
Gráfico 16-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 6 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	69
Gráfico 17-4: Serie del tiempo LAeq del punto 7 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	71

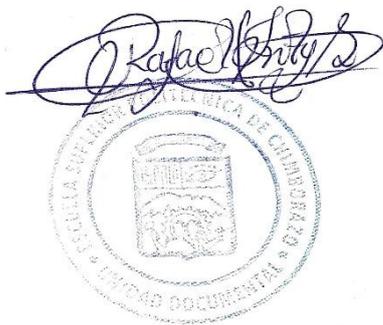
Gráfico 18-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 8 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	73
Gráfico 19-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 9 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	75
Gráfico 20-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 10 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.....	77

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la contaminación acústica de las Unidades Educativas Fiscomisionales “Don Bosco” y “María Auxiliadora” de la ciudad de Macas con el propósito de establecer las fuentes de ruido, los niveles emitidos en función de evaluar si exceden los niveles permitidos en la legislación ambiental Ecuatoriana, para ello se aplicó el método no probabilístico por conveniencia, se registraron datos georreferenciados con la ayuda del sonómetro tipo 1 para identificar el nivel de presión sonora en cada punto determinado, los datos se registraron en 2 momentos del día para la tabulación de datos se utilizó el software estadístico Minitab, se generaron mapas de ruidos y se propone un plan de mitigación. Los resultados indican las zonas con la mayor contaminación sónica era la que limitaba con las vías de comunicación con mayor tráfico vehicular, donde los valores de LAeq superaban los 70 dB. Se encontró que las dos unidades educativas tenían puntos considerados como críticos, encontrándose valores entre 65 y 80 dB. Las instituciones se generaron mapas de ruido los cuales se ubicaron los puntos críticos que representan menos del 10 % del total del área muestreada. Se diseñó un plan de mitigación para reducir el efecto perjudicial de ruidos molestos, la cual se basó en colocar barreras protectoras para aislar las áreas de mayor contaminación sónica y dotar a los estudiantes de equipos de protección en especial en los horarios críticos.

Palabras clave: <SALUD PÚBLICA>, <CONTAMINACIÓN>, <MAPAS DE RUIDO>, <PUNTOS CRÍTICOS>, <TRÁFICO>.

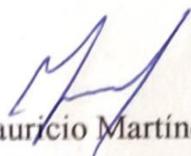
0204-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

The objective of the current research was to evaluate the noise pollution of the "Don Bosco" and "María Auxiliadora" Fiscomissioned Educational Units located in the Macas city, in order to establish the noise sources, the levels emitted and evaluate if they exceed the levels allowed in the Ecuadorian environmental legislation. That is why, it applied the non-probabilistic method by convenience, and besides the georeferential data were recorded with the help of a type 1 sound level meter with the purpose of identifying the sound pressure level at each determined point. The data were recorded at 2 times of the day according to the agreement, also used the Minitab statistical software for data tabulation and prepared noise maps, and elaborated a mitigation plan. The results indicate that in both schools, the areas with the highest noise pollution were the one bordering the roads with the highest vehicular traffic where the LAeq values exceeded 70 dB. It was found that both educational units had points considered as critical finding values between 65 and 80 dB. For the two institutions generated noise maps with the critical points that represent less than 10% of the total sampled area. Finally, it designed a mitigation plan to reduce the detrimental effect of disturbing noises based on placing protective barriers to isolate the areas of greatest noise pollution and providing students with protective equipment, especially during critical hours.

Keywords: <PUBLIC HEALTH>, <POLLUTION>, <NOISE MAPS>, <CRITICAL POINTS>, <TRAFFIC>.



By: Mauricio Martínez P

0602902504

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas por los que la humanidad está atravesando y con mayor afectación en los últimos años, es la contaminación ambiental, ya que ha traído graves consecuencias a nivel mundial, debido a sus efectos nocivos (Sánchez et al., 2019, p. 21; Balón et al., 2019, p. 32). La contaminación acústica constituye una problemática ambiental que se ha incrementado con el desarrollo tecnológico, comercial e industrial de la sociedad actual. Las ciudades donde cada vez se acelera el desarrollo y no existe suficiente conciencia o educación vial (Mamani y Mendoza, 2019, p.254). Este tipo de problema ambiental es producto de la emisión de sonidos, muchos de los cuales superan los niveles máximos permitidos (Matus et al., 2020, p. 795), el problema no viene dado por la emisión del sonido sino efectos del ruido sobre la población a largo plazo los problemas de hipoacusia (Echeverría-Cruz, 2020, p. 8), pero también se han detectado problemas psicológicos y del sistema nervioso (Ramírez et al., 2020).

La contaminación acústica es la presencia en el ambiente de ruidos, para la Organización Mundial de la Salud es considerado un problema de salud pública (OMS, 2021). Los efectos auditivos como la pérdida temporal de la capacidad auditiva, acúfenos, la hipoacusia o sordera (Amable et al., 2017, p. 640), el ruido conlleva a otros problemas tales como efectos psicopatológicos: problemas del aparato respiratorio (Enshassi et al., 2014, p. 234), incremento de presión arterial (Fernández-D´ Pool et al., 2010, p. 301), dolor de cabeza (Huamantumba et al., 2021, p. 8228); psicológicos: estrés, fatiga, depresión y ansiedad (Amable et al., 2017, p. 640), además de trastornos del sueño y de la conducta (Zamorano et al., 2019, p. 601): por encima de los 45 dB se dificulta la conciliación del sueño, por lo que puede conducir a episodios de agresividad e irritabilidad (Maurolagoitia et al., 2004, p. 61); afectación de la memoria, capacidad de concentración y memorización (Ordaz et al., 2009, p. 35).

La contaminación acústica es un problema a nivel mundial y se encuentra marcada en países desarrollados (Ma et al. 2020). En un estudio realizado en la ciudad de Faisalabad - Pakistán, la contaminación acústica cerca de las industrias fue de 102 dB, seguida por 101 dB en un hospital de niños, desencadenó diferentes molestias en los usuarios que concurrían a estos sitios, un 94% presentaba dolor de cabeza y un 74% padecía de estrés fisiológico (Farooqi et al, 2020).

En la actualidad, con el desarrollo de diversas fuentes de ruido, las instituciones educativas y lugares próximos a las mismas, afectan directamente a sus ocupantes causando diferentes molestias como desconcentración, problemas de aprendizaje, estrés en los estudiantes, docentes y transeúntes, además de afectar directamente a la salud (Bermeo, 2020, p.2). Una investigación realizada por Arcos y Narvárez (2012, p. 51), quienes determinaron los niveles de ruido en el centro de Ambato (Ecuador), mediante sonómetros integradores registradores tipo 2, en 73 puntos de monitoreo, encontrando que el 100% de los registros superaron los 55 dB (A), valor guía de la

Organización Mundial de Salud, recomendado como límite para evitar molestias serias en ambiente exterior y las cuales se acentúan en ambientes escolares, si la misma carecen de medidas para aislar el efecto del ruido.

Así también, Osejos (2015) al analizar a incidencia de la planificación urbanística en la contaminación acústica de la ciudad de Jipijapa, Ecuador, encontró que en todos los sitios donde se realizaron los muestreos los niveles de ruido eran superiores a los permitidos por la OMS, por lo cual los investigados proponen el uso de equipos para su medición tanto en el ámbito laboral como el escolar, con el objetivo de detectar el nivel de ruido emitido y velar porque los mismos no superen los niveles máximos permitidos en la legislación ecuatoriana. (Lira-Camargo et al., 2020). Una vez detectado el problema de contaminación sonora, además de la aplicación de las medidas legales pertinentes para reducir las emisiones de ruido, se deben establecer las medidas de protección, siendo las más efectivas los equipos de protección auditiva personalizada (Coello et al., 2017, p. 108), el uso de materiales absorbentes y barreras acústicas y las medidas de aislamiento como son las casetas amortiguadoras (Suárez y Espinosa, 2020, p.11).

Por lo expuesto anteriormente el objetivo de esta investigación fue evaluar la contaminación acústica de las Unidades Educativas Fiscomisionales “Don Bosco” y “María Auxiliadora” de la ciudad de Macas con el propósito de establecer las fuentes de ruido, los niveles emitido en función de determinar si los mismos exceden los niveles permitidos en la legislación ambiental ecuatoriana, los posibles riesgos para la salud psíquica y auditiva de estudiantes, docentes y las posibles medidas para mitigar el efecto de los mismos.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La contaminación acústica es un los factor contaminante que puede tener consecuencia graves en la salud de los seres humanos a largo plazo, los avances científicos han reunido importante información sobre el tema, se han realizado varias investigaciones en donde se comprueba las características negativas que tiene el ruido en los seres humanos (Cohen & Castillo, 2017).

A medida que el tiempo avanza la ciudad de Macas del cantón Morona de la provincia de Morona Santiago se ha visto afectado por contaminación acústica que se genera por el exceso de ruido ambiental. Existe diversas Unidades Educativas que se encuentran en una zona de mayor actividad comercial y Turística como es el centro de Macas. Una de las principales fuentes de contaminación acústica es el tráfico vehicular centrado principalmente en las estaciones de buses, que causa altos niveles de ruido, vehículos ruidosos y el incesante uso de las bocinas de los automóviles, a estos se suman los vehículos que expenden productos tales como gas doméstico, recolección de basura , productos de víveres(marisco, carne entre otros) y vendedores ambulantes, que al no contar con un control del volumen en decibeles provocan seria desconcentración en los estudiantes y docentes, razón por la que el rendimiento de los estudiantes no es el apropiado, estas molestias causan problemas con la audición y progresivamente pueden incluso causar problemas de salud (Bermeo, 2020).

1.2. Limitaciones y delimitaciones

Las limitaciones para las mediciones además de la adquisición de los equipos por los costos. Además, la realización del muestreo en el horario establecido el cual puede ser afectadas por restricciones de movilidad en el caso de existir aumentos en los casos de COVID-19 y la suspensión de clases por problemas socio económico y días feriados, además los datos recopilados se limitan al entorno donde se hace la evaluación y no pueden ser extrapolados.

1.3. Problema general de investigación

¿Existe contaminación acústica en las Unidades Educativas Fiscomisionales “Don Bosco “y “María Auxiliadora” del cantón Morona provocado por el incremento de los decibeles del lugar?

1.4. Problemas específicos de investigación

De existir los problemas de contaminación acústica las preguntas a realizar es que consecuencia traen las mismas sobre la salud acústica de los estudiantes, en que horarios ocurren los mayores niveles de ruidos, originando la contaminación y qué medidas se pueden adoptar para la mitigación de este problema.

¿Es necesario identificar los puntos críticos de ruido en el área de estudio para poder realizar su respectivo análisis?

¿Se cumple la normativa ambiental vigente en el área de estudio?

¿Es necesario realizar un plan de mitigación de ruido para la evaluación de la contaminación acústica de las Unidades Educativa Fiscomisionales “Don Bosco y María Auxiliadora del cantón Morona?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la contaminación acústica de las Unidades Educativa Fiscomisionales “Don Bosco y María Auxiliadora” del cantón Morona.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar los puntos críticos de ruido en el área de estudio que permita obtener datos para su respectivo análisis.
- Realizar un análisis estadístico de los datos obtenidos para que se verifique el cumplimiento a la normativa ambiental vigente.
- Generar mapas de ruido con la utilización del Software libre QGIS.
- Diseñar un plan de mitigación para las Unidades Educativas Fiscomisionales “Don Bosco” y María Auxiliadora del Cantón Morona.

1.6. Justificación

1.6.1. Justificación teórica

La contaminación acústica es un problema a nivel mundial en el que las ciudades a medida

que se va incrementando geográficamente sus efectos trascienden en los seres vivos, pero sus consecuencias solo se pueden observar con el paso del tiempo (Bonifaz, 2017).

Es importante concientizar a las personas la problemática ambiental en lo referente a la contaminación acústica producida en las distintas Unidades Educativas del Cantón Morona provincia de Morona Santiago, para lo cual se utilizará la información aportada por la Dirección de Gestión Ambiental y Servicios Públicos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Morona (Bonifaz, 2017).

1.6.2. Justificación metodológica

Se considerará mapeos de Ruido para explicar y describir los niveles de ruido de las Unidades Educativas, alcanzado esta etapa se pretenderá realizar planes de mitigación que den una mejora y se pueda controlar la contaminación acústica en el área de estudio (Churata, 2018).

1.6.3. Justificación práctica

Se han reportado quejas de los usuarios de las escuelas, el reporte de algunos estudiantes con problemas auditivos, lo que hace necesario cuantificar la emisión de ruido, para determinar la magnitud del problema, los horarios donde ocurren los mayores niveles de contaminación acústica y de esa manera establecer las medidas correctivas que se deben adoptar en la escuela para la mitigación de este problema.

1.7. Hipótesis

La contaminación acústica en las Unidades Educativas de la ciudad de Macas va en aumento debido al incremento de la población y el tránsito vehicular.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) describe al ruido como la primera molestia ambiental en los países industrializados, si abordamos el tema desde el punto de vista de salud ambiental, el ruido se convierte en una cuestión trascendental que se desarrolla en todos los países del mundo, perturbando a las personas de diversas maneras, puesto que el ruido es un factor estresante, de tal manera ocasiona un mayor agotamiento de energía (Asociación Médica Mundial, 2020).

Según Ayala y Pule (2020) en un estudio realizado en la zona comercial de la ciudad de Ibarra, establecieron noventa y nueve puntos de medición durante tres horarios: matutino, vespertino y nocturno. Los resultados demuestran que la zona supera los niveles máximos de emisión de ruido establecidos en la norma nacional 097-A, alcanzando un nivel máximo de 78.4 dB en el sector ubicado cerca al terminal Inter parroquial, y un nivel mínimo de 62.8 dB en el sector del parque La Merced.

Un estudio realizado en la ciudad de Cuenca, donde se llevaron a cabo muestreos basándose en la densidad de tráfico, donde se registraron las mediciones de ruido ambiente y utilizando el método estadístico “kriging ordinario”, se elaboró un mapa de ruido de la ciudad. Se realizaron comparaciones con los parámetros establecidos en la reglamentación nacional Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria –TULSMA- para emisiones sonoras. Los resultados obtenidos demuestran que se superan los límites del TULSMA, lo cual puede deberse al aumento del número de vehículos y de las actividades diarias cotidianas como el comercio y el turismo (Delgado, 2015).

Por otra parte, Ávila et al. (2016) realizaron una investigación en 5 escuelas urbanas y rurales del Distrito Metropolitano de Quito – Ecuador, para evaluar las características acústicas de sus aulas, la relación entre el ruido ambiental dentro de las aulas y la perturbación por el ruido de tráfico. Las variables evaluadas fueron: ruido de fondo, tiempo de reverberación, e inteligibilidad de la palabra. Los resultados demuestran que las aulas no tienen un ambiente acústico apropiado para el aprendizaje, el 72% del total de la muestra evaluada presentan molestia asociada al ruido de tráfico lo que demuestra la necesidad de gestionar el ruido al que se exponen los alumnos de las escuelas evaluadas.

Ocampo et al. (2018) realizaron una evaluación de la contaminación acústica producidas por los vehículos en la ciudad de Loja, Ecuador. Utilizando un sonómetro integrador con analizador portátil de precisión. Los resultados revelan que los niveles de presión sonora registrados en las zonas muestreadas sobrepasan la normativa, por lo cual llegan a la conclusión que en la ciudad de Loja existe contaminación acústica ya que los niveles de presión sonora llegan hasta los 82 dBA en horas pico.

El ruido ha sido un factor que afecta el proceso educativo y se ha estudiado desde hace mucho tiempo, es así como Grosjean et al. (1976) publicaron un estudio en el que se exponen un grupo de 8 alumnos nacidos en 1962 y un grupo de 8 futuros maestros de entre 25 y 40 años a dos tipos de pruebas en presencia de ruidos ambientales en varios niveles (45 a 75 dBA) con el fin de evaluar la influencia de esta molestia en la eficacia pedagógica. Los resultados muestran un umbral para los alumnos alrededor de los 55 dBA y para los maestros alrededor de los 65 dB (quienes reciben una carga mayor de ruido), los autores concluyen que aquellos alumnos ubicados al final del salón sufren más por la interferencia del ruido que los que están delante debido al fenómeno de la reverberación.

Otro estudio realizado en la Ciudad de Macas provincia de Morona Santiago se valoró la contaminación acústica del Terminal Terrestre Dr. Roberto Villarreal V. mediante los niveles de presión sonora en el cual se efectuó un levantamiento de investigación en el área de estudio, asemejando las zonas sensibles a la contaminación acústica, se destacaron nueve puntos de monitoreo; para la realización de la cartografía temática, manejando la herramienta informática ArcGIS. Se manejó un sonómetro integrador tipo II y se estableció tres periodos (mañana, tarde y noche) mediante la metodología de 15 segundos reportando 5 muestras de 15s durante 10 minutos por cada punto obteniendo 405 muestras diarias. Los resultados se obtuvieron aplicando la metodología dada en la normativa Acuerdo Ministerial 097 Anexo 5 del Ministerio de Ambiente, mostrando que en los tres periodos establecidos los puntos P3 ubicado en el área de Embarque Intercantonal con 66.99 dB, P4 ubicado en el área de confitería con 68.00 dB, P7 ubicado en la llegada de buses con 68.52 dB y P8 ubicado en el área de Embarque Interprovincial con 67.64 dB, presentaron mayor nivel de ruido, superando el límite permisible de 55 dB (Martínez, 2018 p. 11).

En la actualidad en la Ciudad de Macas no se cuenta con estudios que demuestren los niveles de ruido en las diferentes instituciones Educativas, es por ello que es de gran importancia realizar un estudio en estas zonas que son indispensables para la formación de los estudiantes, las instituciones más influyentes de esta ciudad están situadas en lugares de altos niveles de ruido ya que se encuentran en el centro de Macas.

2.2. Bases conceptuales

2.2.1. Contaminación acústica

La contaminación acústica es conocida también como contaminación sensoria o auditiva la misma que es ocasionada por el ruido, que a su vez es provocado por las actividades normales del ser humano (Navarro, 2021).

Ruido: Es un sonido inarticulado o confuso que suele causar una sensación auditiva desagradable, es irregular y sin concordancia y puede producir por su intensidad o prolongación temporal, contaminación acústica (Bermeo, 2020).

Ruido Específico: Es el que se cuantifica y evalúa para efectos del cumplimiento de los niveles máximos de emisión de ruido establecidos en esta norma a través del L_{Keq} (Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente Corregido) (Rodríguez y Juárez, 2020 p. 805).

Ruido Residual: Es el ruido que existe en el ambiente donde se lleva a cabo la medición en ausencia del ruido específico en el momento de la medición (Rodríguez y Juárez, 2020 p.805).

Ruido Total: Se lo determina mediante el ruido específico y el ruido residual. Normalmente se estudia para determinar la cuantía en la que impacta el ruido específico sobre la zona. (Rodríguez y Juárez, 2020 p.806).

Ruido Impulsivo: Caracterizado por breves incrementos importantes de la presión sonora. La duración de un ruido impulsivo es generalmente inferior a 1s (Rodríguez y Juárez, 2020 p.806).

2.2.2. Causas de la contaminación acústica

La contaminación acústica, también llamada estrés auditivo, puede tener su origen en diversas fuentes, pero las principales son de origen humano y proceden de distintas actividades, es mayor en las ciudades y procede de diferentes focos y los niveles suelen ser mayores por la noche que por el día, a continuación se describen sus principales fuentes (Vásquez, 2017 p. 10).

La industria: La intensidad del sonido producido por las máquinas en diferentes industrias, tales como molinos, imprentas, fábricas textiles y metalúrgicas producen sonidos intolerables y son una molestia para el público.

El tránsito vehicular y transporte ferroviario: se concentran en ciudades que han surgido sin ninguna planificación ante el proceso de desarrollo. El ruido producido por los vehículos

representa una complejidad para las autoridades responsables de la gestión ambiental y urbana.

El tránsito aéreo: La navegación aérea ocasiona problemas de ruido relacionados con la velocidad del aire y la fricción en los aviones y los motores.

Las obras de construcción causan una considerable contaminación acústica, debido al uso de grúas, mezcladoras de cemento, soldadura, martilleo (específicamente martillos neumáticos), perforación, etc.

2.2.3. Efectos de la contaminación acústica

El ruido sus principales efectos son la audición, el sistema nervioso, psíquico, comunicación oral, el sueño y bajo rendimiento, entre los principales efectos causados por la exposición a ruidos molestos por encima de las magnitudes máximas permitida por las autoridades de salud, se pueden citar a continuación:

Estrés: Como respuesta al ruido el ser humano puede manifestar una amplia gama de sentimientos negativos, como perturbación, insatisfacción, angustia o irritabilidad, que se conoce como estrés, el cual, a corto plazo, disminuye considerablemente la calidad de vida (Mamani y Mendoza, 2019 p. 254).

Psicológico: la exposición a los niveles altos de ruidos da como consecuencia cefaleas (dolor de cabeza) inestabilidad emocional, irritabilidad, síntomas de ansiedad, pérdida de concentración, etc.) dependiendo de la percepción o actitud del receptor, es decir cuando la fuente de ruido para algunos genera efectos negativos (Mamani y Mendoza, 2019, p. 255).

Discapacidad auditiva: La fuente más común para producir este problema es la música, exponiendo al oído a distintos niveles de ruido en lugares diferentes (discotecas, reproductores de música portátil, conciertos, etc.) La Asociación Médica Mundial hace un llamado a contribuir a la lucha contra el ruido ambiental informando sobre los efectos y tomando conciencia (Mamani y Mendoza, 2019, p. 255).

2.2.4. Impactos del ruido en la escuela

Los docentes y los alumnos a menudo están expuestos a muchas condiciones de trabajo que afectan su bienestar físico, psíquico y social, influyendo en su salud mental y su calidad de vida; por lo cual es necesario proponer herramientas para promover sus condiciones de salud, trabajo y

vida, para mejorar el ambiente de trabajo haciendo más productivo (Cantor y Muñoz, 2009 p. 36).

De ahí la importancia de estudiar los problemas generados por un contaminante como el ruido, lo cual obligan a pensar en estudios con enfoque preventivo sobre todo en los entornos escolares cuyo efecto causa una serie de manifestaciones, desde malestar por estrés, trastorno del sueño, hasta la hipoacusia (deterioro de la capacidad auditiva), pero también puede provocar dilatación de pupilas, taquicardia, aceleración de la frecuencia respiratoria y parpadeo constante (González y Fernández, 2014 p. 402). El ruido causa un efecto negativo en el rendimiento escolar, el cual posteriormente puede repercutir en un retraso económico y social.

La contaminación acústica afecta muchos escenarios incluido el escolar, obligando a los alumnos a esforzarse más en centrar y moldear sus funciones cognitivas, por lo que el ruido es un factor determinante en los resultados educativos (González y Fernández, 2014 p. 403).

El ruido es el contaminante ambiental más nocivo para la calidad de vida y por ende para la salud de los seres vivos, especialmente si este afecta al entorno escolar, ya que en muchos casos la exposición prolongada al ruido puede acarrear serias enfermedades no sólo para los escolares sino también para el docente (Kristiansen et al., 2014 p. 851).

2.2.5. Medición del ruido

El instrumento para la medición del ruido es el sonómetro, dando una lectura directa del nivel de presión sonora en dB (decibelio) en el momento de tiempo definitivo (Platzer et al, 2007 p. 122). Su funcionamiento se orienta a reaccionar de manera similar al oído humano, en donde la unidad de medida es el decibelio (dB). Este equipo permite cuantificar el nivel de presión sonora (Sabogal et al., 2018 p. 24).

Tienen la capacidad de calcular el nivel continuo equivalente Leq. Incorporan funciones para la transmisión de datos al ordenador, cálculo de percentiles, y algunos análisis en frecuencia. En la figura 1-2 se muestra un kit de sonógrafo integrador-procesador.



Figura 1-2: Sonómetro para medición de presión sonora

Fuente: Aislo (2021)

2.2.6. Equipos de medición de ruido

Dosímetro: Es una modalidad de sonómetro integrado que indica la dosis total de ruido. Útil para calcular el ruido a la que una persona está sometida. Registra el ruido y lo acumula registrando una suma total sobre una escala en un determinado tiempo; práctico en industrias donde el ruido varía en duración e intensidad, y donde el trabajador cambia de lugares (Román, 2018 p.421).

Sonómetro: Es el instrumento básico para medir los niveles de presión sonora, en un determinado lugar y momento. Su funcionamiento se responde al sonido a una aproximación como lo haría el oído humano; su unidad de medición es el decibelio (dB) (Román, 2018 p. 422).

Se clasifican en función de su precisión en decibelios (dB) y dependiendo de la frecuencia en:

Sonómetro de Clase 0: De precisión máxima, utilizada en laboratorios y como referencia.

Sonómetro de Clase 1: De precisión elevada para la medición del nivel sonoro.

Sonómetro de Clase 2: Tienen una precisión media, útil en mediciones de campo.

Sonómetro de Clase 3: De baja precisión, empleado para inspecciones.

2.2.7. Partes del sonómetro

Micrófono, el mejor transductor acústico tanto para medidas de laboratorio como para las medidas en campo con condiciones a veces muy severas es el micrófono de condensador con una respuesta en frecuencia similar a la de las audiodfrecuencias, generalmente, entre 8 Hz y 22 kHz.

Preamplificador, es un dispositivo electrónico cuya función es ampliar una señal eléctrica débil para convertirla en una señal lo suficientemente fuerte y limpia para que otros dispositivos la procesen. (Hernández, 2012).

Redes de ponderación en frecuencia, la señal entregada por el micrófono y acondicionada por el preamplificador pasa por una serie de circuitos amplificadores para acomodar el rango de lectura con los niveles a medir, y posteriormente pasa a la red de ponderación. Estas redes de ponderación se introducen para que el sonómetro tenga una respuesta en frecuencia similar a la del oído humano (Hernández, 2012).

Nivel equivalente continuo, contiene la misma energía que el ruido medido, y consecuentemente también posee la misma capacidad de dañar el sistema auditivo (Hernández, 2012).

Indicador digital, actualmente combinan indicadores analógicos y digitales. Los sonómetros suelen disponer de un interruptor etiquetado como Rango que permite elegir un rango dinámico de amplitudes específico, para conseguir una buena relación señal-ruido en la lectura (Hernández, 2012).



Figura 2-2: Partes de un Sonómetro

Fuente: Pillco (2017)

2.2.8. *Índices de valoración de ruido*

Tras muchos años de investigación no se ha conseguido aún una unanimidad de criterios en cuanto a la validez de los indicadores utilizados hasta la actualidad, y la cuestión está sujeta a un continuo

debate y revisión. A continuación, se presenta los índices de medición de ruido más utilizados (Segués, 2018).

2.2.8.1. Índice de ruido continuo equivalente LAeq,T.

El índice de ruido LAeq,T, es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, en decibelios, determinado sobre un intervalo temporal de T segundos, definido en la norma ISO 1996-1: 1987 (Segués, 2018).

2.2.8.2. Índice de ruido máximo LAmax.

El índice de ruido LAmax, es el más alto nivel de presión sonora ponderado A, en decibelios, con constante de integración fast, LAFmax, definido en la norma ISO 1996-1:2003, registrado en el periodo temporal de evaluación (Segués, 2018).

2.2.8.3. Índice de ruido continuo equivalente corregido LKeq, T

Es el índice de ruido asociado a la molestia, o a los efectos nocivos por la presencia en el ruido de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y ruido de carácter impulsivo, durante un periodo de tiempo T. Se emplea para evaluar niveles sonoros en un intervalo temporal T, con correcciones de nivel por componentes tonales emergentes, y por los de baja frecuencia o por ruido de carácter impulsivo (Segués, 2018).

El índice de ruido LKeq,T, es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, corregido por la presencia de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y ruido de carácter impulsivo.

2.2.8.4. Índice de ruido continuo equivalente corregido promedio a largo plazo LKx.

El índice de ruido LK,x, es el nivel sonoro promedio a largo plazo, dado por la expresión que sigue determinando a lo largo de todos los periodos temporales de evaluación “x” de un año (Segués, 2018):

2.2.8.5. Índice de ruido día-tarde-noche, Lden.

Es la evaluación de los niveles sonoros en el ambiente exterior mediante índices de ruido, el sonido que se tiene en cuenta es el sonido incidente, es decir, no se considera el sonido reflejado en el propio paramento vertical (Segués, 2018).

2.2.9. Mapa de ruido

Son herramientas que permiten determinar el estado acústico de una zona específica (Murphy et al., 2020 p. 54), utilizados básicamente para evaluar la exposición de los diferentes niveles de ruido a los que está sometida una población, adicionalmente representan un instrumento fundamental en la determinación de los usos del suelo y para la planificación en el ordenamiento territorial (Romero et al., 2016 p. 152).

Para Denisov y Suvorov (2001), el nivel de ruido se mide bajo dos criterios básicos: Por exposición y por el nivel de ruido a la cual está sometido cada trabajador, para la determinación de este último se utilizan los mapas, de manera de sectorizar aquellas áreas de riesgos.

Cuando los mapas utilizan medidas directas se elevan sus costos, pues implican recursos y tiempo, pero dan mayor nivel de precisión. Existen mapas que se desarrollan con modelos matemáticos, los cuales pueden llegar a tener un buen nivel de fiabilidad siempre y cuando se realice un buen manejo de dichos modelos (Segués, 2005).

El nivel de Presión Sonora: Expresado en Decibeles, es la relación entre la presión sonora siendo medida y una presión sonora de referencia. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2003).

Decibeles: En homenaje al científico Alexander Graham Bell se denominó decibel a la medida para comparar la intensidad relativa de la señal acústica o eléctrica, equivalente a una unidad de medida llamada bel, pero por la amplitud de los campos se lo ha llamado Decibel (Da Silva et al., 2009).

2.2.10. Representación gráfica de los mapas de ruido

Existen varios tipos, pero todas deben hacerse utilizando curvas de igual nivel de presión sonora. El software que se utilice para la representación gráfica y elaboración de los mapas de ruido debe basarse en métodos científicos comprobados (Delgado, 2015).

Cada mapa de ruido constará de tres partes (Sandoval, 2005):

Memoria técnica: documento que recoge la descripción del área a la cual corresponde el mapa, procedimientos de medición y cálculo, además de los datos más relevantes sobre los niveles de ruido medidos y/o calculados.

Mapas: Representación gráfica de los niveles de ruido evaluados representados a través de curvas de igual nivel de presión sonora.

Datos estadísticos: es la recopilación de los principales datos administrativos, los datos medidos en campo y todos los procesamientos de datos que se hayan realizado. Se recomienda que se usen los contornos que indican los límites entre zonas de múltiplos de 5 o 10 dB. Si se identifican las diferentes zonas sobre un mapa mediante colores o sombreado, se recomienda que se use la combinación de colores.

2.2.11. Fuentes de generación de ruido

Según el tipo de fuente los ruidos se pueden calificar de origen natural o antropogénicos como puede observarse en la tabla 1-2.

Tabla 1-2: Fuentes de ruido según su origen

Fuente	Tipo de fuente
Natural	Viento, cascadas, sonido de las olas, etc.
Antropogénica	Tráfico, sirenas, bocinas, sirenas. Trasporte: aviones, barco, trenes. Discotecas, bares, lugares de esparcimiento. Industrias Actividades de tipo militar

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022.

En las grandes ciudades las fuentes de contaminación acústica pueden ser muy diversas, pero básicamente se dividen en 4 categorías (Instituto auditivo Salesa, 2018):

- Tráfico > Aproximadamente el 80% del ruido producido en una ciudad.
- Obras, construcciones industriales > Aproximadamente el 10% del ruido total.
- Ferrocarriles > Aproximadamente el 6% del ruido producido.
- Bares, locales, musicales y otro tipo de actividades > Forman el 4% del ruido restante.

Entre las zonas más ruidosas se encuentran las áreas próximas a vías de férreas, autopistas, aeropuertos, etc. Pero, por regla general, los problemas de salud derivadas del ruido se producen de forma acumulativa a medio y largo plazo, dependiendo siempre del tiempo de exposición y de la sensibilidad de cada individuo (Amable et al., 2017).

2.2.12. Prevención a la exposición de ruidos molestos

La gestión de ruido es una rama muy especializada donde se incluyen técnicas de audio, diseño de fábrica, gestión técnica y la contención o aislamiento de fuentes de ruido, pero la mayoría de los problemas relacionados con problemas de ruido excesivos pueden ser manejados de manera efectiva y bajo costo si se toman en cuenta principios básicos. Se pueden lograr para reducir los niveles de ruido al disminuir la producción de ruido en el proceso original, modificar el proceso, haciendo un aislamiento general o en parte de la máquina, haciendo modificación de procesos, aislamientos totales o parciales de la maquinaria, a través del recubrimiento de superficies metálicas con pinturas especiales, fijación de la máquina ruidosa, disminución del nivel de presión acústica en el ambiente y con la disminución del nivel de presión acústica en el trabajador con el uso de cascos o auriculares (Alonso, 2014 p. 234).

Otra forma de reducir los efectos del ruido sobre los trabajadores es disminuyendo los tiempos reduciendo los tiempos de exposición mediante rotación de los puestos de trabajo. En el hogar, se deben controlar las actividades ruidosas, como los arreglos y reparaciones y de hacerlas se deben hacer las mismas en horas en que ocasionen molestias mínimas a los vecinos. Los mayores ruidos que se producen en los hogares vienen de los equipos de música y televisores funcionen a un volumen moderado.

2.2.13. Protección auditiva personalizada

Los dispositivos de protección auditiva son utilizados para atenuar el ruido ambiental excesivo y proteger la audición. Estos incluyen a elementos tales como orejeras, tapones auditivos, cascos anti-ruido, etc. Los protectores auditivos personalizados son los que se hacen a medida de cada persona a partir de un molde del oído y elaborados normalmente en silicona (grado médico), por lo cual pueden ser utilizados durante un período considerable de tiempo sin causar molestias, ofreciendo ajustes precisos (Americannear, 2021), un ejemplo de ellos se observa en la figura 3-2.

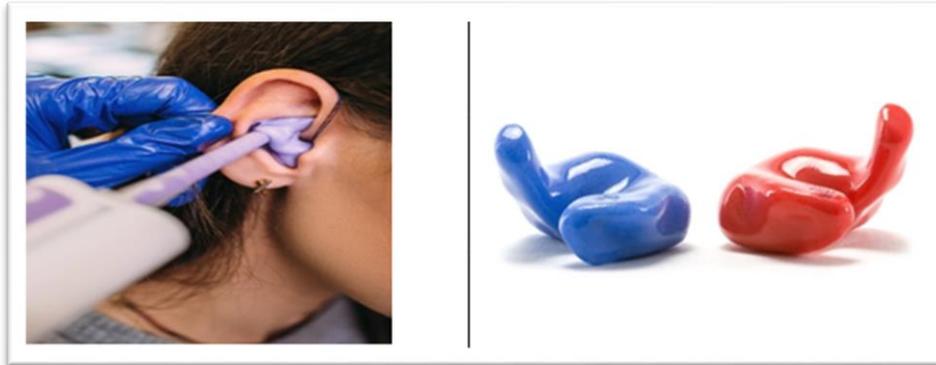


Figura 3-2: Equipos personales de protección auditiva

Fuente: Americanear (2021).

2.2.13.1. *Materiales absorbentes*

Los materiales absorbentes tienen la finalidad evitar la reflexión del sonido cuando éste incide sobre ellos. Los materiales porosos como tejidos gruesos, gomaespumas o lanas minerales son materiales que absorben el sonido de manera eficiente. Los materiales fonoabsorbentes son frecuentemente utilizados en el revestimiento de paredes y techos, y en la actualidad destacan la espuma de poliuretano y la lana de vidrio (Euopeanacustica, 2021), como se observa en la figura 4-2.



Figura 4-2: Materiales absorbentes de ruidos

Fuente: Euopeanacustica (2021)

2.2.13.2. *Barreras acústicas*

Las barreras acústicas son utilizadas como obstáculo entre una fuente emisora de ruido y un receptor (generalmente zona afectada) con el propósito de disminuir el impacto causado por éste. Elementos como muros, vallas, biombos, vegetación, entre otras, resultan útiles para estos fines.

Las barreras acústicas reflectantes son soluciones muy empleadas en áreas metropolitanas dada la proximidad de los edificios y viviendas a rutas de tráfico, como la que se observan en la figura 5-2.



Figura 5-2: Barreras acústicas para evitar propagación de ruidos molestos

Fuente: Ecoakustica (2021).

2.2.13.3. Aislamientos

Esto se refiere a la utilización de materiales y tecnología para aislar (mitigar) los ruidos existentes en un espacio determinado. Este se lleva normalmente en sectores de la industria que registran altos niveles de contaminación acústica con el propósito de disipar la energía asociada a las vibraciones, por lo que su foco se centra en puntos generadores de vibraciones y por ende provocan ondas sonoras (García, 2022), un ejemplo de aislamiento acústico se observa en la figura 6-2.



Figura 6-2: Aislamiento acústico para evitar exposición a ruidos molestos

Fuente: García (2022)

Otro ejemplo sería el uso de las casetas sonoamortiguadoras, las cuales son empleadas para controlar el ruido. Las mismas presentan una elevada capacidad para controlar altos niveles de

ruido, siendo principalmente utilizadas en el sector industrial, en donde las maquinarias (fuente emisora) con una alta generación de ruido operan bajo niveles de ruido aceptables y tolerables, un ejemplo de ello se observa en la figura 7-2.



Figura 7-2: Caseta sonora amortiguadoras para evitar exposición a ruidos molestos

Fuente: Comaudi-Industrial (2021).

2.3. Base legal

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador:

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.

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 (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

2.3.2. Ley orgánica de salud

Art.7.- Toda persona, sin discriminación por motivo alguno, tiene en relación con la salud, los siguientes derechos:

c) Vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.

Art. 111.- La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con la autoridad ambiental nacional y otros organismos competentes, dictará las normas técnicas para prevenir y controlar todo tipo de emanaciones que afecten a los sistemas respiratorio, auditivo y visual. Todas las personas naturales y jurídicas deberán cumplir en forma obligatoria dichas normas.

Art. 112.- Los municipios desarrollarán programas y actividades de monitoreo de la calidad del aire, para prevenir su contaminación por emisiones provenientes de fuentes fijas, móviles y de fenómenos naturales. Los resultados del monitoreo serán reportados periódicamente a las autoridades competentes a fin de implementar sistemas de información y prevención dirigidos a la comunidad.

Art. 113.- Toda actividad laboral, productiva, industrial, comercial, recreativa y de diversión; así como las viviendas y otras instalaciones y medios de transporte, deben cumplir con lo dispuesto en las respectivas normas y reglamentos sobre prevención y control, a fin de evitar la contaminación por ruido, que afecte a la salud humana (Ley Orgánica de Salud, 2015).

2.3.3. Ley de gestión ambiental

Art. 1.- La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

Art. 12.- Son obligaciones de las instituciones del Estado del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, las siguientes: Aplicar, ejecutar, verificar, coordinar, promover y garantizar la participación de los estados (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2003).

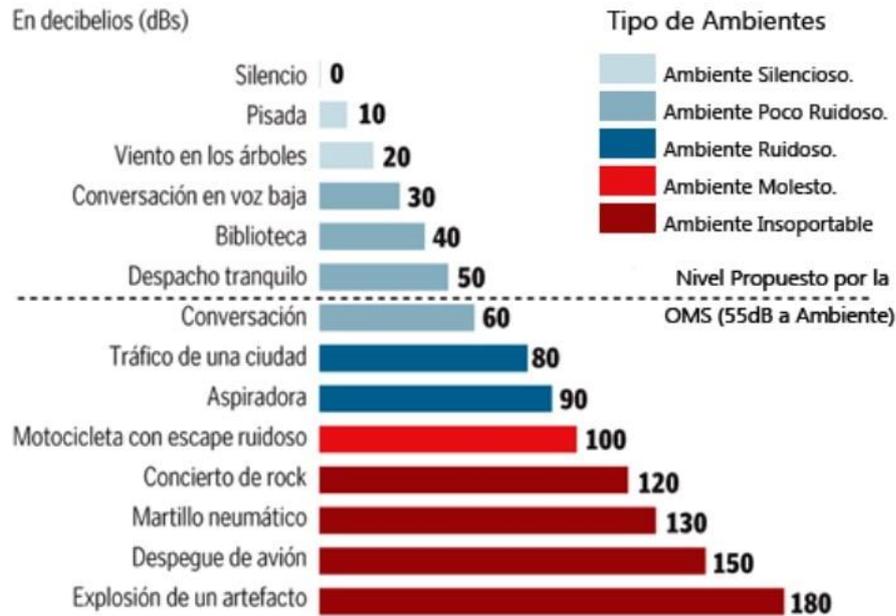
2.3.4. Acuerdo Ministerial 097

Libro Anexo V niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles y niveles máximos de vibración y metodología de medición. La presente norma técnica determina o establece:

- Los niveles máximos de emisión de ruido emitido al medio ambiente por fuentes fijas de ruido (FFR).

- Los niveles máximos de emisión de ruido emitido al medio ambiente por fuentes móviles de ruido (FMR), el cual varía dependiendo del ambiente y a la actividad que se realiza, oscilando desde cero 0 decibeles hasta actividades que generan ruidos superiores a los 100 decibeles y se consideran ambientes insoportables, como se observa en la figura 8-2.

Figura 8-2: Tipos de ambientes según los decibeles



Fuente: (ALLPE, 2021)

Los métodos y procedimientos destinados a la determinación del cumplimiento de los niveles máximos de emisión de ruido para FFR y FMR (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2003), usando para ello parámetros establecidos, los cuales se describen a continuación:

2.3.5. L10

L10 se utiliza a menudo para evaluar el ruido del tráfico y en aplicaciones de planificación: L10 es el nivel superado durante el 10% del tiempo y tiene en cuenta los molestos picos de ruido.

2.3.6. LaEQ (Nivel de ruido continuo equivalente)

Este parámetro permite medir la ponderación del sonómetro que hace que sus lecturas se ajusten a una respuesta auditiva humana teórica. Leq es el nivel de ruido continuo equivalente, y representa la exposición total a ruido durante el período de interés, o la energía promedio del nivel de ruido durante el período de interés. Leq es generalmente descrito como el nivel de ruido “promedio” durante una medición de ruido. Aunque esta definición no es técnicamente correcta, es la manera más simple de entender este parámetro. a ponderación ‘A’ ajusta las lecturas del nivel de presión sonora para reflejar la sensibilidad del oído humano y, por lo tanto, es obligatoria en todo el mundo para las mediciones de riesgo de daños auditivos.

2.3.7. LCeq

Permite medir, la frecuencia con ponderación C mira más el efecto de los sonidos de baja frecuencia en el oído humano en comparación con la ponderación A y es esencialmente plana o lineal entre 31,5 Hz y 8 kHz, los dos puntos de 3dB o ‘media potencia’. Las mediciones de la presión acústica máxima se realizan utilizando la ponderación de frecuencia C. Este pico ponderado en C sirve para medir el ruido impulsivo y se denomina CPeak. Las medidas se muestran normalmente como dB (C) o dBC. O, por ejemplo, como LCeq, LCPeak, LCE, donde C muestra la ponderación C.

En función de este parámetro y en especial del Laeq se han establecido valores máximos permitidos en función de la zona expuestas que incluyen áreas residenciales, hospitalaria y educativas, en este caso la legislación ecuatoriana establece los siguientes niveles (Tabla 2-2).

Tabla 2-2: Límites máximos permisibles según uso del suelo

Tipo de zona según el uso de suelo	Límite de presión sonora equivalente NPS eq [dB(A)]	
	De 06 H00 A 20H00	De 20H00 A 06 H00
Zona hospitalaria y educativa	55	45
Zona residencial	60	50
Zona residencial mixta	65	55
Zona comercial	65	55
Zona comercial mixta	70	60
Zona industrial	75	65
Zona de preservación del hábitat	60	50

Sin embargo, se debe considerar el ruido de los automóviles, dado que mucho del ruido que se produce en las escuelas es generado por el flujo vehicular en las calles aledañas (Tabla 3-2).

Tabla 3-2: Límites máximos permisibles de presión sonora para vehículos automotores

Categoría del vehículo	Descripción	NPS Máximo (Dba)
Motocicletas		88
Vehículos livianos	Livianos con peso bruto menor a 2500 kg excepto los de 3 o menos ruedas	88
Vehículos de pasajeros	Furgonetas con capacidad para 8 a 16 pasajeros	88
	Buseta con capacidad para 17 a 28 pasajeros	90
	Bus, con capacidad para 29 a 55 pasajeros.	90
Vehículo de carga	Peso neto mas de 3500 kg	90

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

Este proyecto se basó principalmente en una investigación de tipo cuantitativa, según el objetivo de tipo aplicada, según el objeto de estudio fue exploratoria y según la manipulación de variables fue experimental de acuerdo con el tipo de inferencia fue deductiva-inductiva y según el periodo será transversal.

3.2. Nivel de Investigación

Esta investigación de tipo cuantitativa, debido a que se utiliza herramientas de análisis matemático y estadístico para describir, explicar y predecir fenómenos mediante datos numéricos según el objetivo de tipo aplicada, según el objeto de estudio fue exploratoria porque se realiza un tipo de investigación preliminar que sirve para incrementar el conocimiento sobre una temática poco conocida o estudiada. Fue experimental porque se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular, fue deductiva-inductiva ya que se analiza el fenómeno observado de acuerdo al tipo de inferencia y según el periodo será transversal.

3.3. Diseño de investigación

El proceso se realizó en las áreas en donde se identificó y estableció el problema en estudio, ahí se realizó la toma de muestras, puntos estratégicos, con sus respectivas repeticiones en horarios “pico”. El diseño del experimento fue de tipo factorial, donde los factores de estudio fueron las unidades educativas, el exterior de estas en donde se tomaron las mediciones y por último las horas establecidas para la medición son las 7:00 am a 9:00 am y de 12:00- 2 pm.

Los factores de estudio se definen como la variable o variables que se investigan en el experimento para observar cómo afectan o influyen en la variable de respuesta.

Tabla 1-3: Descripción de tratamientos a evaluar

Escuela	Puntos	Horario	Combinaciones
Don Bosco (B) María Auxiliadora (MA)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	Matutino (M) Vespertino (V)	M1; V1 M2, V2, M3.V3, M4, V4, M5, V5 M6, V6, M7, V7. M8, V8, M9, V9 y M10, V10

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022.

Como se observa en la tabla 1-3 el muestreo se hará en dos escuelas la unidad educativa María Auxiliadora denominada (MA) y la Don Bosco (B), en cada una se harán mediciones con sonómetros en 10 puntos en dos horarios el matutino (M), que es de 7 A 9 A.M y vespertino de 12 A 2 P.M. Se obtendrá entonces para el análisis se tendrán 20 tratamientos para cada unidad educativa, resultado de la combinación de los puntos de muestreo por el horario.

3.3.1. Identificación de variables

Variables dependientes

Contaminación acústica: la cual fue medida mediante el parámetro: LaEQ (Nivel de Ruido Continuo Equivalente), este parámetro. Permite medir la ponderación del sonómetro que hace que sus lecturas se ajusten a una respuesta auditiva humana teórica. Leq es el nivel de ruido continuo equivalente, y representa la exposición total a ruido durante el período de interés, o la energía promedio del nivel de ruido durante el período de interés. Leq es generalmente descrito como el nivel de ruido “promedio” durante una medición de ruido

Variables independientes

Niveles de sonido, los cuales fueron medidos en 10 puntos de las unidades educativas María Auxiliadora y Don Bosco distribuidos en los linderos este, oeste, norte sur de las instituciones y limitando con las áreas externas aledañas a las calles, donde ocurre la emisión de fuertes niveles de sonido, por el flujo vehicular.

3.3.2. Según la manipulación o no de la variable independiente (no experimental, casi experimental, experimental)

El estudio se realizó bajo una investigación experimental debido a que se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o

acontecimiento particular, todo regido por los protocolos establecidos en los métodos cuantitativos de investigación.

3.3.3. *Según las intervenciones en el trabajo de campo (transversal, longitudinal)*

Esta investigación es de tipo transversal ya que es un tipo de investigación observacional que analiza datos de variables recopiladas en un periodo de tiempo sobre una población muestra o subconjunto predefinido.

3.4. Tipo de estudio (documental/de campo)

El estudio es una investigación experimental de campo, que consistió en la recolección de datos de manera inmediata, así como el diseño de investigación y los procedimientos para el análisis e interpretación de estos, todo regido por los protocolos establecidos en los métodos cuantitativos de investigación.

3.5. Población y Planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra

El proyecto se realizó en la Ciudad de Macas; Cantón Morona; Provincia de Morona Santiago, las Unidades educativas que intervinieron en el estudio fueron: Unidad Educativa Fiscomisional “Don Bosco” y Unidad Educativa “María Auxiliadora” (Figura 1-3).



Figura 1-3: Ubicación de las Unidades Educativas de Estudio; A: Unidad Educativa “María Auxiliadora”; B: Unidad Educativa “Don Bosco”

Fuente: Google Earth, (2022)

La población de estudio estuvo constituida por las Unidades Educativas “Don Bosco” y “María Auxiliadora” de la ciudad de Macas.

3.5.1. *Tamaño de la muestra*

Se realizará un análisis de las diferentes áreas de cada unidad educativa en el que se identificará los lugares con mayor influencia de ruido según nuestra perspectiva, las cuales están ubicadas en los puntos que limitan con las calles externas de alto flujo vehicular, que luego serán considerados como puntos de monitoreo llegando así a determinar 10 puntos por cada escuela que serán monitoreados con el sonómetro, se escogieron 10 puntos por que los mismos al ser distribuido pueden dar información del nivel de contaminación sónica en toda la escuela y se escogieron estas unidades educativas, por estar ubicadas en el centro de Macas y tener un alto flujo vehicular y de actividad vehicular además de tener una alta población estudiantil, María Auxiliadora con 1171 estudiantes y Don Bosco con 1871 estudiantes.

3.5.2. *Criterios de inclusión*

Los criterios utilizados para la selección de los centros escolares fueron los siguientes:

- Ubicación (zona urbana dentro del área de tráfico privado y comercial).
- Infraestructura (Local(es) aprobados por el ministerio de Educación).
- Al menos 100 alumnos con un mínimo del 80% de asistencia diaria.
- Disponibilidad de la dirección del centro escolar y docentes a colaborar en el estudio

3.6. *Métodos, técnicas e instrumentos de investigación*

Se aplicó el método no probabilístico por conveniencia, ya que es una técnica no aleatoria que nos permitió obtener muestras de acuerdo con las necesidades dependiendo de la disponibilidad de acceder a determinada información requerida, utilizando un intervalo de tiempo dado de forma conveniente.

3.7. *Técnicas de recolección de datos*

Esta investigación se elaboró adquiriendo datos con el sonómetro tipo I, se empleó la técnica de observación directa de los hechos, tomándose los datos en las horas establecidas.

Con el sonómetro tipo 1 ubicado a una distancia de 1.5 metros de la pared y a un 1.2 m de altura (soportado en un trípode) (Echeverri & González, 2011) en cada horario de muestreo de acuerdo al (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015) se levantaron los datos de la siguiente manera:

De lunes a viernes en cada unidad, en los horarios de 7:00 a 9:00 am y de 12:00 a 14:00 pm, se identificaron 10 puntos estratégicos para la toma de datos, en cada punto con el sonómetro

configurado para la toma de datos cada 15 segundos; durante 7 minutos se tomó la lectura en el lugar establecido dando como resultado la generación de 25 datos por sitio.

Se tabuló diariamente los datos en Microsoft Excel de los muestreos obtenidos para posteriormente realizar el análisis estadístico.

3.8. Técnicas y métodos

Medición y registro de datos: Se registraron datos georreferenciados con la ayuda del sonómetro tipo 1 permitiéndonos saber el nivel de presión sonora en cada punto en un instante o un intervalo de tiempo. (Zambrano-Monserrate & Ruano, 2019), los datos se registraron en 2 momentos del día de acuerdo a la observación de los periodos crítico de concurrencia al centro escolar y el tránsito automotor como se observa en la figura 2-3.



Figura 2-3: Horarios de muestreo

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022.

GIS: el programa mencionado se utilizó para elaborar los mapas de ruido, utilizando el software de sistemas de información Geográfica se facilitó el análisis, comparte información y resuelve problemas de planificación y gestión (Zambrano-Monserrate & Ruano, 2019).

Medición de puntos de ruido: el sonómetro tipo 1 se utilizó como instrumento para la toma de muestras, arrojando resultados aceptables para la investigación. Los sonómetros miden el nivel de ruido existente en cualquier lugar y expresa el resultado en dB (Zambrano-Monserrate & Ruano, 2019), los cuales se describen la tabla 2-3.

Tabla 2-3: Puntos de muestreo a considerar en cada unidad educativa

Punto	María Auxiliadora		Don Bosco	
1	820674,464	9745083,998	820749,081	9744890,738
2	820659,464	9745023,998	820749,081	9744815,738
3	820719,464	9745008,998	820809,081	9744800,738
4	820764,464	9745008,998	820779,081	9744890,738
5	820764,464	9745023,998	820809,081	9744875,738
6	820764,464	9745053,998	820839,081	9744875,738
7	820674,464	9745068,998	820839,081	9744860,738
8	820719,464	9745038,998	820824,081	9744815,738
9	820779,464	9745053,998	820794,081	9744830,738
10	820719,464	9745023,998	820764,081	9744830,738

Toma de datos según la legislación: Para la toma de datos según (TULSMA, 2015), indica que el sonómetro debe estar colocado sobre un lugar fijo en un trípode a una altura mayor o igual a 1,5m desde el suelo con dirección a la fuente de emisión de ruido con una inclinación de 45 a 90 grados sobre un plano horizontal, al momento de tomar la muestra el medidor debe de estar alejado del instrumento mínimo un metro.

Elaboración de mapas de ruido: Para la construcción de los mapas de ruido se requirió del levantamiento de datos geográficos, equipo técnico y personal de apoyo. En la actualidad existe el apoyo tecnológico para compartir y editar geo datos ayudando a potenciales proyectos ambientales de gestión de ruido para finalmente realizar un plan de mitigación que ayudará a reducir la contaminación auditiva en el sector (Zambrano-Monserrate & Ruano, 2019).

Plan de mitigación de ruido: una que se han analizado los resultados de los mapas de ruidos y se llega a la conclusión de que existe una exposición de la población al ruido, es necesario la realización de un plan que ayude a reducir y prevenir el ruido ambiental, debido a que los efectos del ruido pueden ser resultar nocivos a la salud humana (Zambrano-Monserrate & Ruano, 2019).

3.9. Análisis Estadístico Inferencial

Para determinar la contaminación acústica en las Unidades Educativas de la ciudad de Macas se utilizó el software estadístico Minitab una vez ya obtenidos los puntos y mediciones correctas (Zambrano-Monserrate & Ruano, 2019)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

Inicialmente se presenta la identificación de los puntos de monitoreo, tanto en la unidad educativa Auxiliadora, como en la Don Bosco, con la finalidad de seleccionar los puntos críticos de mayor contaminación sónica, construir posteriormente los mapas de ruido, que ayudará al establecimiento de las medidas de mitigación, los resultados se presentan a continuación.

4.1. Puntos de monitoreo

Después de recorrer la zona y determinar el lugar de estudio se aplicó el método de malla a cada cierta distancia, cubriéndose toda el área de estudio con los puntos establecidos, que fueron colocados en el piso del lugar de estudio una vez obtenido el mapa impreso actualizado (Zambrano-Monserrate & Ruano, 2019), los puntos de muestreo corresponde a las áreas internas y externas de las unidades educativas, siguiendo el modelo que se ilustra en la figura 1-4 y 2-4.

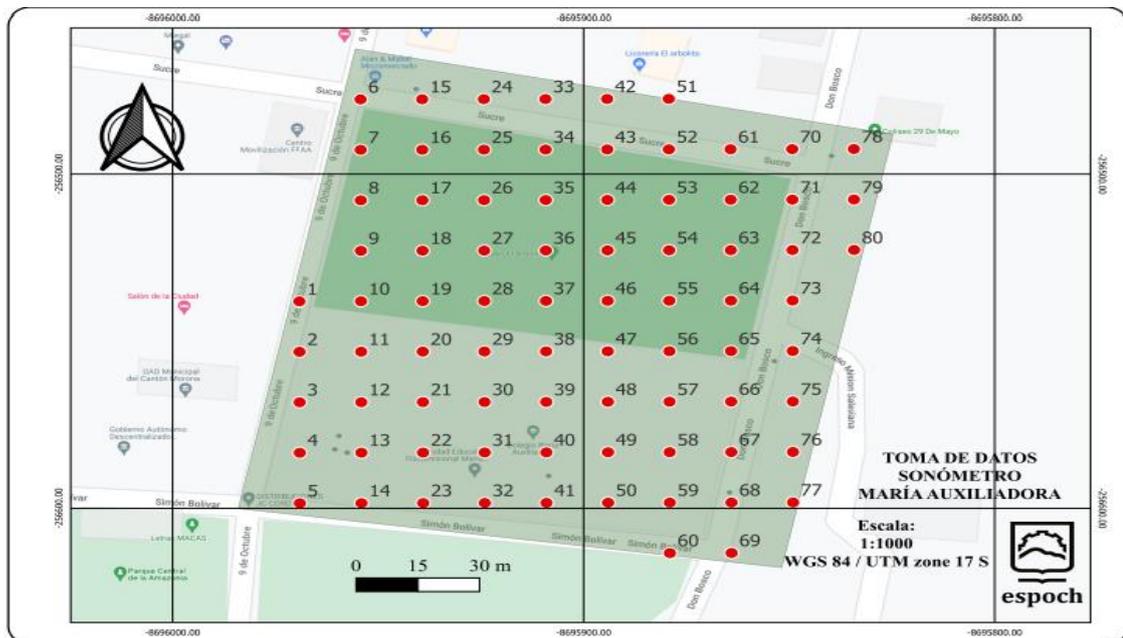


Figura 1-4: Puntos de muestreo correspondientes a la Unidad Educativa “María Auxiliadora”.

Fuente: ESPOCH, 2022

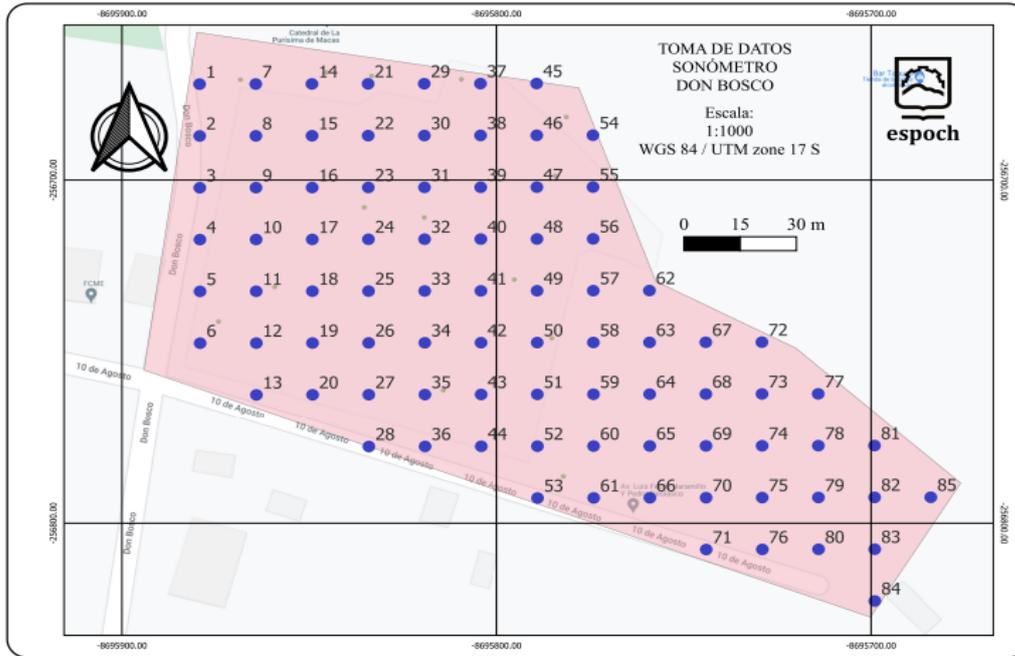


Figura 2-4: Puntos de muestreo correspondientes a la Unidad Educativa “Don Bosco”.

Fuente: ESPOCH, 2022.

4.2. Georreferenciación puntos monitoreo:

La planimetría de las unidades educativas, se georreferenció con el GPS, se determinaron las coordenadas de los puntos de monitoreo que se utilizaron para luego generar una tabla en Excel con punto, longitud, latitud, e identificación (Zambrano-Monserrate & Ruano, 2019) como se muestran en las figuras 3-4 y 4- 4.

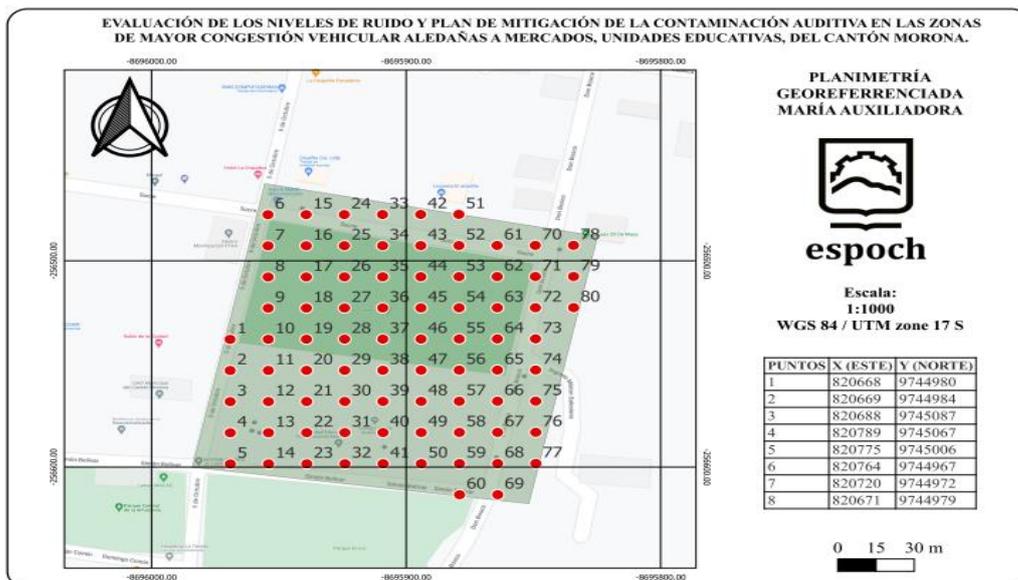


Figura 9-4: Planimetría georreferenciada de Unidad Educativa “María Auxiliadora”.

Fuente: ESPOCH, 2022.

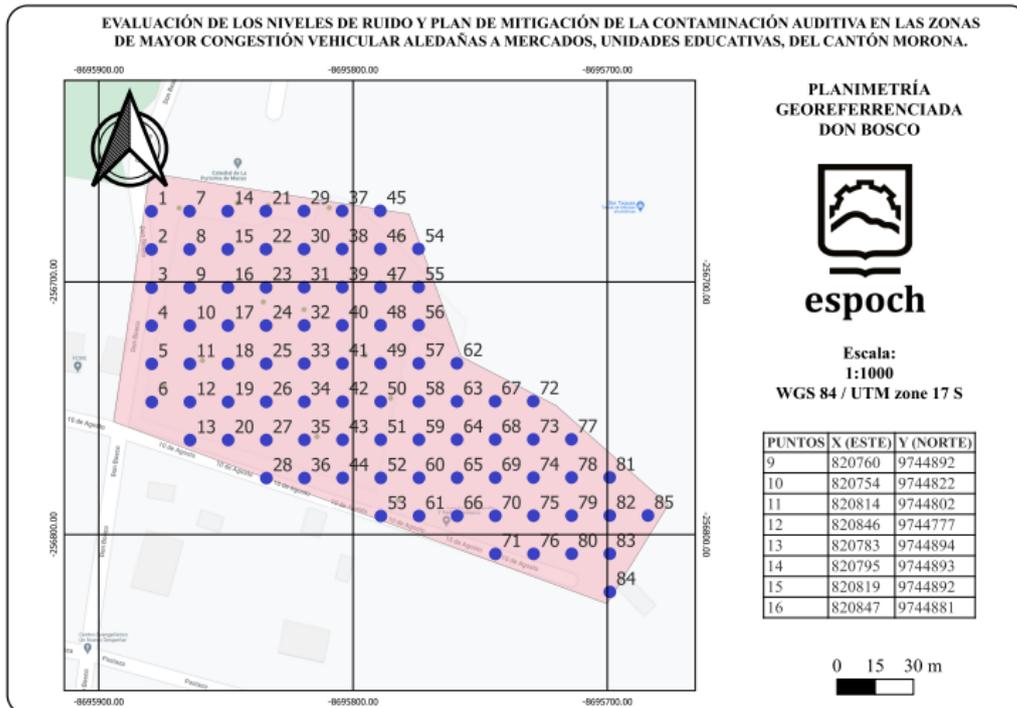


Figura 4-4: Planimetría georreferenciada de Unidad Educativa “Don Bosco”.

Fuente: ESPOCH, 2022

Posterior a la selección y georreferenciación de los puntos de muestreo por el método de la malla y la planimetría mediante GPS, se procedió a la identificación de los puntos críticos en cada una de las unidades educativas.

4.2.1. Unidad Educativa María Auxiliadora

Los puntos críticos de ruido en el área de estudio lo cual se logró mediante la superposición del mapa obtenido en Google Earth con el mapa de ruido generado por el software de información geográfica QGIS que fue construido a partir de los datos obtenidos en los diferentes puntos de muestreo usando el sonómetro, se observa que los puntos críticos se ubican hacia la periferia de las escuelas, especialmente en el lindero, los cuales son vecinos a las vías de comunicación con mayor flujo vehicular (Figura 5-4).

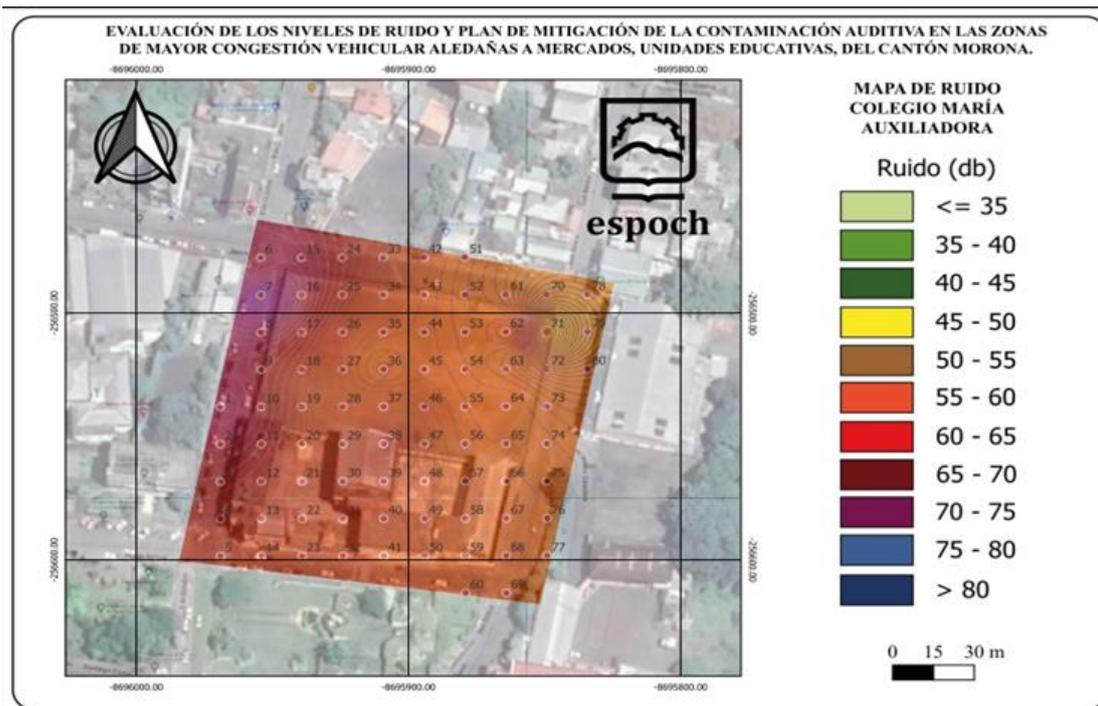


Figura 5-4: Puntos críticos de ruido identificados en la Unidad Educativa María Auxiliadora del cantón Morona Santiago.

Fuente: ESPOCH, 2022

4.2.2. Unidad Educativa Don Bosco

Se observan en la figura 6-4, el comportamiento fue similar al observado en la unidad educativa María Auxiliadora, donde los puntos críticos se observaron hacia la periferia, en los límites colindantes con las vías de mayor flujo vehicular, con la particularidad de que en esta unidad educativa en el lindero este existe un área de bosque sin población en donde no se observó mayores problemas de contaminación sónica, contrario a lo observado en el lindero oeste, donde se encontraron los mayores niveles de contaminación por ruidos molestos.

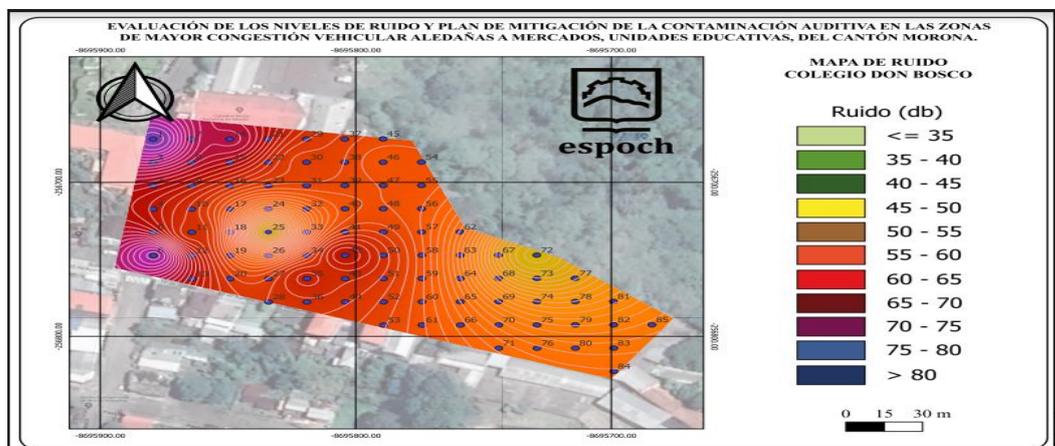


Figura 6-4: Puntos críticos de ruido identificados en la Unidad Educativa Don Bosco del cantón Morona Santiago.

Fuente: ESPOCH, 2022

Se realizó un análisis estadístico de los datos obtenidos para que se verifique el cumplimiento a la normativa ambiental vigente, evaluando para ello los indicadores de contaminación sónica denominados L10, Laeq y LCEqu cuyos resultados se presentan para ambas instituciones.

Una vez observado la superposición de las imágenes de Google Earth con el mapa de ruido se identificaron los puntos críticos con mayor emisión de ruido, donde se deben hacer las medidas de mitigación. A continuación, se presentan los puntos de mayor emisión de ruido en la unidad educativa María Auxiliadora los cuales se encuentran colindado con el lindero oeste, hacia una de las calles de mayor flujo vehicular, los puntos identificados fueron 7 y 10. Cuyas coordenadas se presentan en la tabla 1-4.

Tabla 1-4: Coordenadas geográficas de los puntos de mayor contaminación sónica (7,10) en la unidad educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago

PUNTO	COORDENADAS		SONÓMETRO
7	820674,464	9745069	68,8936255
10	820719,464	9745024	66,4105668

En estos puntos la intensidad del sonido oscilo entre 66,41 dB y 68,89 dB y la ubicación de los puntos se ilustran en la figura 7-4.



Figura 7-4: Ubicación de los puntos de mayor contaminación sónica (7 y 10) en la unidad educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Fuente: ESPOCH, 2022.

Así mismo en la unidad educativa María Auxiliadora se ubicaron los puntos de menor contaminación sónica y donde no es necesario llevar a cabo medidas de mitigación de ruidos los cuales se encontraban limitando con el lindero este, hacia una de las calles de menor flujo vehicular, los puntos identificados fueron el 1.2 3, 4, 5, 6, 8 y 9. Cuyas coordenadas se presentan en la tabla 2-4.

Tabla 2-4: Coordenadas geográficas de los puntos de menor contaminación sónica (1, 2,3,4,5,6,8,9) Unidad Educativa María Auxiladora, Provincia Morona Santiago

PUNTO	COORDENADAS		SONÓMETRO
1	820674,464	9745084	64,3741935
2	820659,464	9745024	64,3150794
3	820719,464	9745009	65,9352227
4	820764,464	9745009	65,0710843
5	820764,464	9745024	64,812
6	820764,464	9745054	65,3753036
8	820719,464	9745039	64,3907258
9	820779,464	9745054	63,3344

En estos puntos la intensidad del sonido oscilo entre 63,33 dB y 65,93 dB y la ubicación de los puntos se ilustra en la figura 8-4.

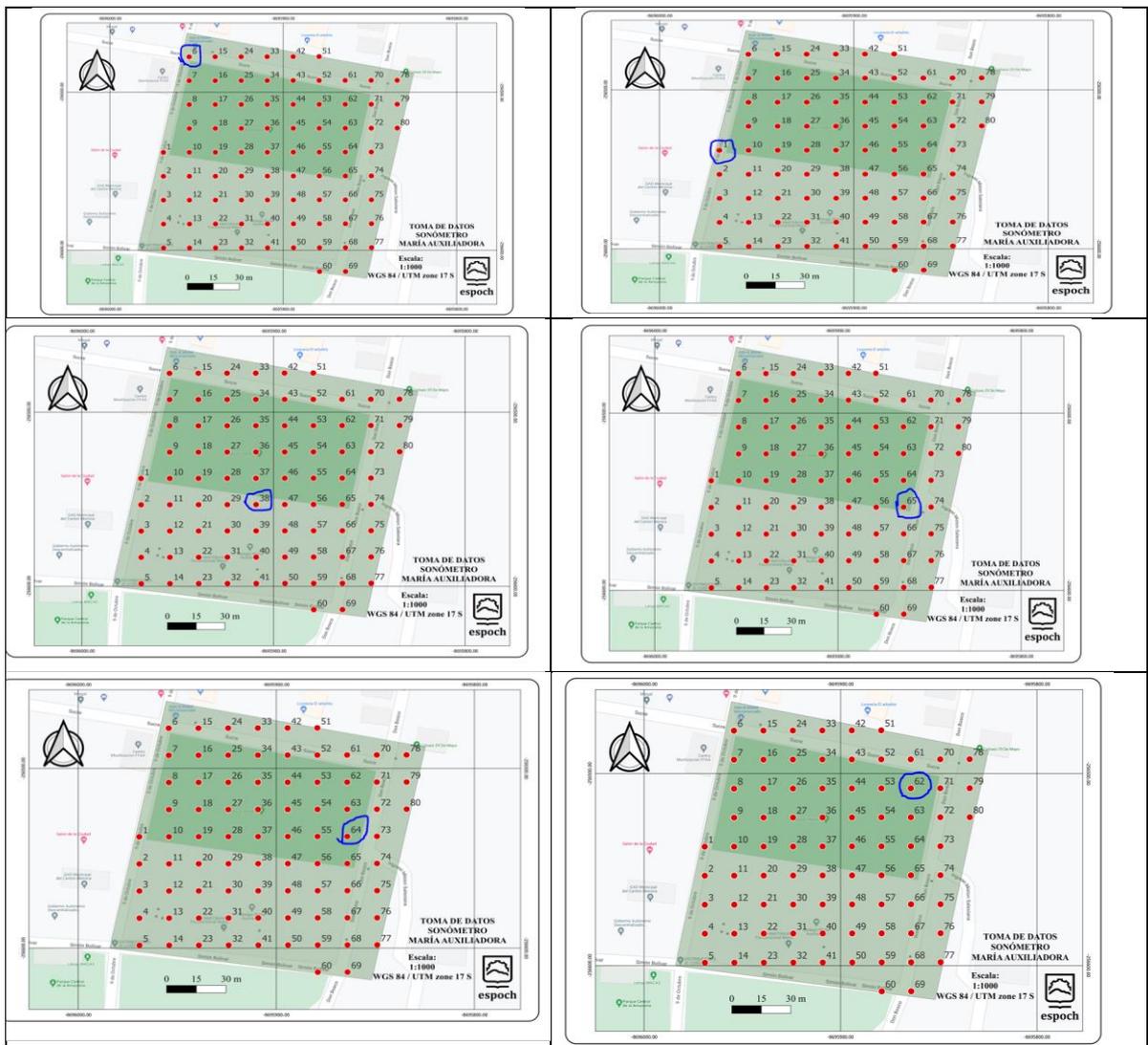




Figura 8-4: Ubicación de los puntos de menor contaminación sónica (1,2 3,4,5,6, 8 y 9) en la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Fuente: ESPOCH, 2022

4.2.3. Unidad educativa Don Bosco

En la Unidad Educativa Don Bosco la distribución de los puntos críticos de mayor intensidad de ruido fue similar al observado en la Unidad Educativa María Auxiliadora, dado que los mismos se encontraba colindado con el lindero oeste, hacia una de las calles de mayor flujo vehicular, los puntos identificados fueron el 1, 2 y 10. Cuyas coordenadas se presentan a en la tabla 3-4

Tabla 3-4: Coordenadas geográficas de los puntos de mayor contaminación sónica (2,3, 7 y 8) en la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

PUNTO	COORDENADAS		SONÓMETRO
2	820749,081	9744815,74	69,884127
3	820809,081	9744800,74	68,6647773
7	820839,081	9744860,74	69,41388
8	820824,081	9744815,74	68,2488664

En estos puntos la intensidad del sonido oscilo entre 68,24 dB y 69,88 dB y la ubicación de los puntos se ilustran en la figura 9-4, cuyos valores superan los encontrados en la Unidad Educativa María Auxiliadora.



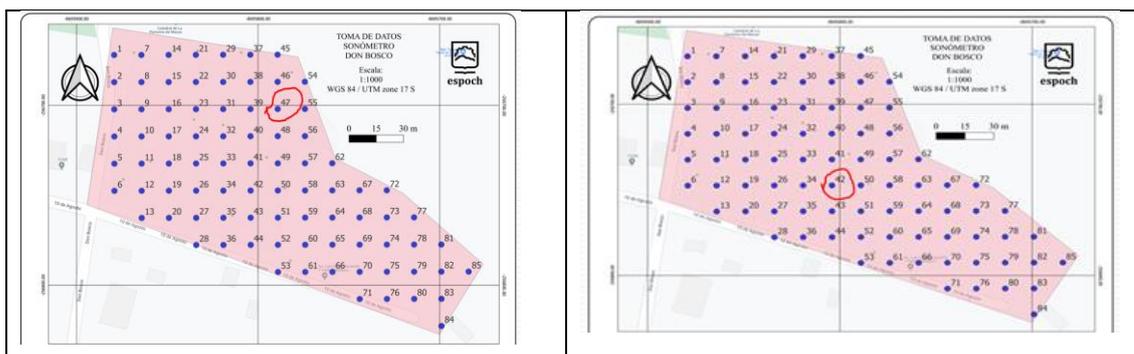


Figura 9-4: Ubicación de los puntos de mayor contaminación sónica (2,3, 7 y 8) en la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

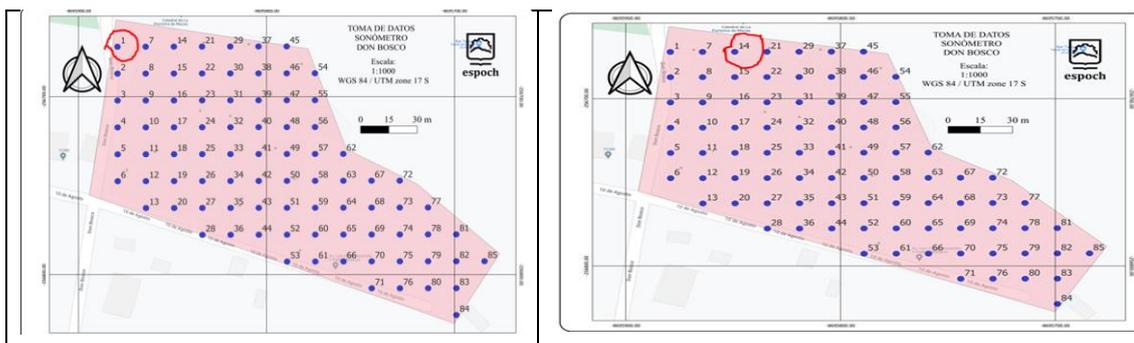
Fuente: ESPOCH, 2022

Mientras que en la Unidad Educativa Don Bosco se ubicaron los puntos de menor contaminación sónica y donde no es necesario llevar a cabo medidas de mitigación de ruidos las cuales se encontraban limitando con el lindero este, que limitan con una zona de bosque en la cual no se observó ninguna actividad antrópica., los puntos identificados fueron el 1, 4, 5, 6, 9 y 10, cuyas coordenadas se presentan en la tabla 4-4.

Tabla 4-4: Coordenadas geográficas de los puntos de menor contaminación sónica (1,4,5,6,9 y 10) en la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

PUNTO	COORDENADAS		SONÓMETRO
1	820749,081	9744890,74	66,458871
4	820779,081	9744890,74	67,1736842
5	820809,081	9744875,74	66,836255
6	820839,081	9744875,74	65,7702811
9	820794,081	9744830,74	65,0372
10	820764,081	9744830,74	67,7534137

En estos puntos la intensidad del sonido oscilo entre 65,03 dB y 67,75 dB y la ubicación de los puntos se ilustran en la figura 10-4, cuyos valores superan los encontrados en la Unidad Educativa María Auxiliadora.



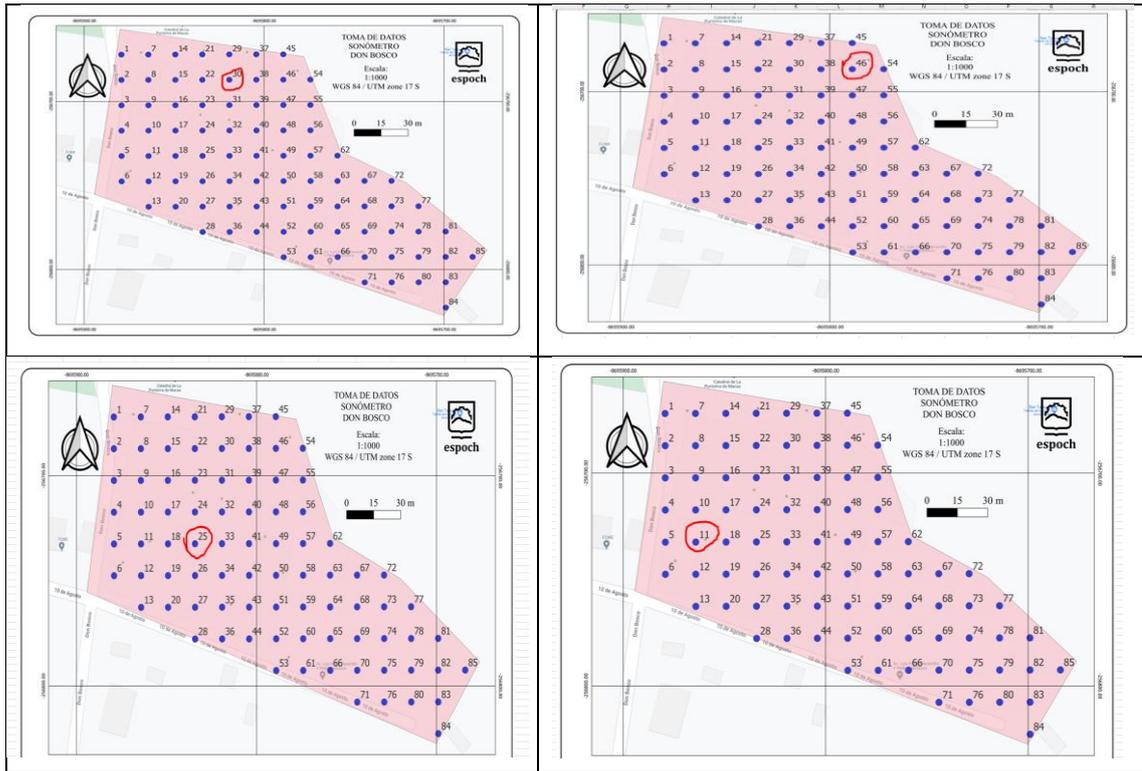


Figura 10-4. Ubicación de los puntos de mayor contaminación sónica (1, 4, 5, 6, 9, 10) en la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Fuente: ESPOCH, 2022

Luego de la identificación de los puntos críticos se realizó un análisis estadístico de los datos obtenidos para que se verifique el cumplimiento a la normativa ambiental vigente, tomando como referencia el análisis del parámetro L_{aeq} .

4.3. L_{aeq}

L_{aeq} es el nivel de ruido continuo equivalente, y representa la exposición total a ruido durante el período de interés, o la energía promedio del nivel de ruido durante el período de interés. L_{eq} es generalmente descrito como el nivel de ruido “promedio” durante una medición de ruido. A continuación, se detalla los resultados obtenidos de acuerdo con los puntos escogidos tanto en la Unidad Educativa María Auxiliadora y la Unidad Educativa “Don Bosco” una vez realizado el análisis estadístico por cada punto.

4.3.1. *Escuela María Auxiliadora*

PUNTO 1

En el punto 1, los resultados presentados en la figura 11-4, muestran un valor promedio de 54,37 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al

horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 48,70 dB y un máximo de 86,60 dB.

En relación con el comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad de encontrar valores extremos es muy alta, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan molesto para los estudiantes, afectando concentración, rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

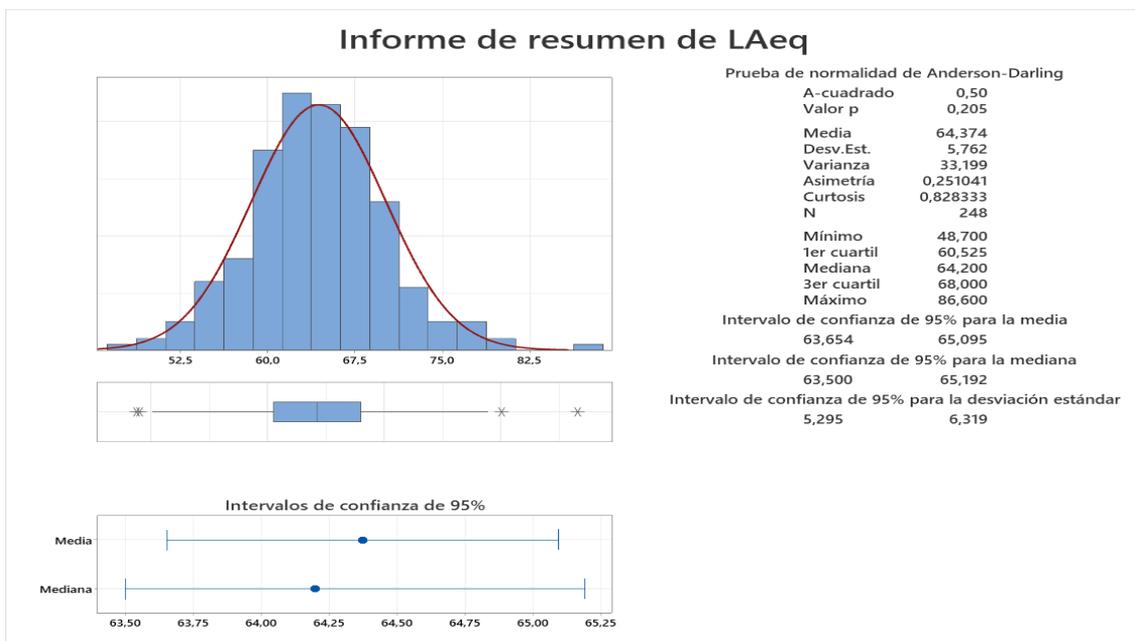
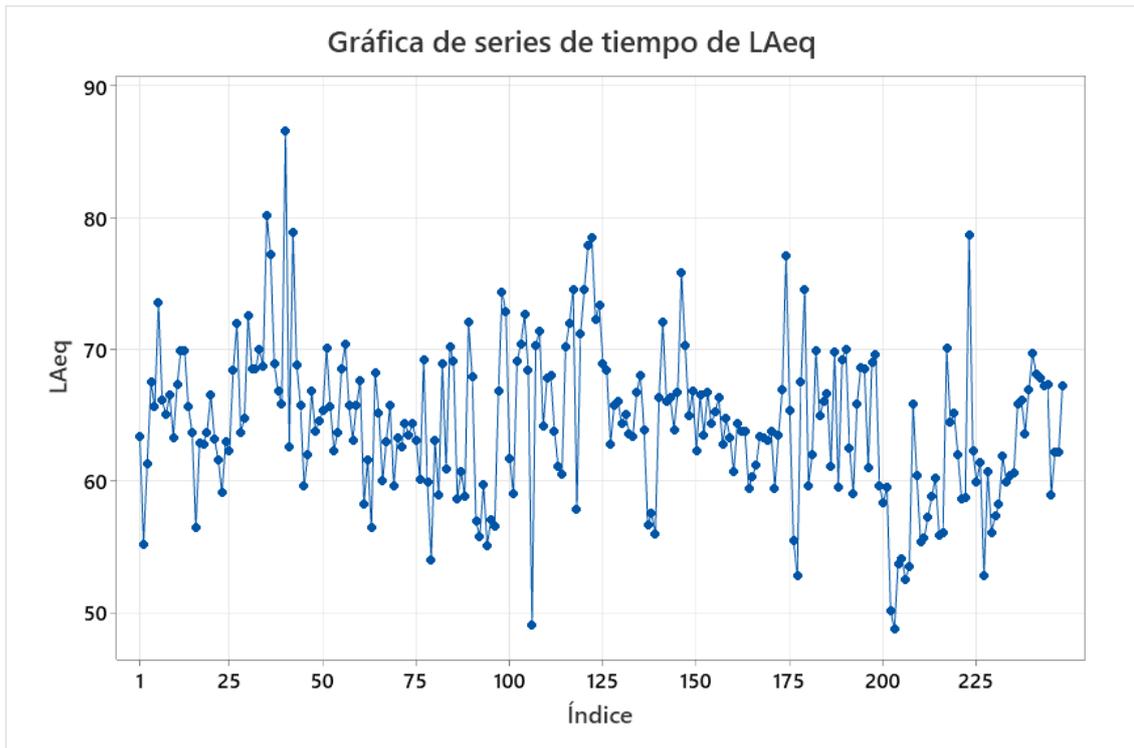


Figura 11-4: Análisis de datos de punto 1 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 5,76, lo que ratifica lo comentado en el párrafo anterior sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se considerados el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue de 0,21 por lo tanto al ser mayor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos corresponde al comportamiento de una distribución normal, aceptando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
248	64,374	5,762	0,366	(63,654; 65,095)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 1-4: Serie del tiempo LAeq del punto 1 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 1, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyos valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que solo un punto supero los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados (Gráfico 1-4).

PUNTO 2

En el punto 2, los resultados presentados en la figura 12-4, muestran un valor promedio de 64,32 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 46,00 dB y un máximo de 88,90 dB.

En relación con el comportamiento de la curva de distribución normal es similar a lo observado en el punto 1, esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad de encontrar valores extremos es muy alta, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan molesto para los estudiantes, afectando la

concentración, rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

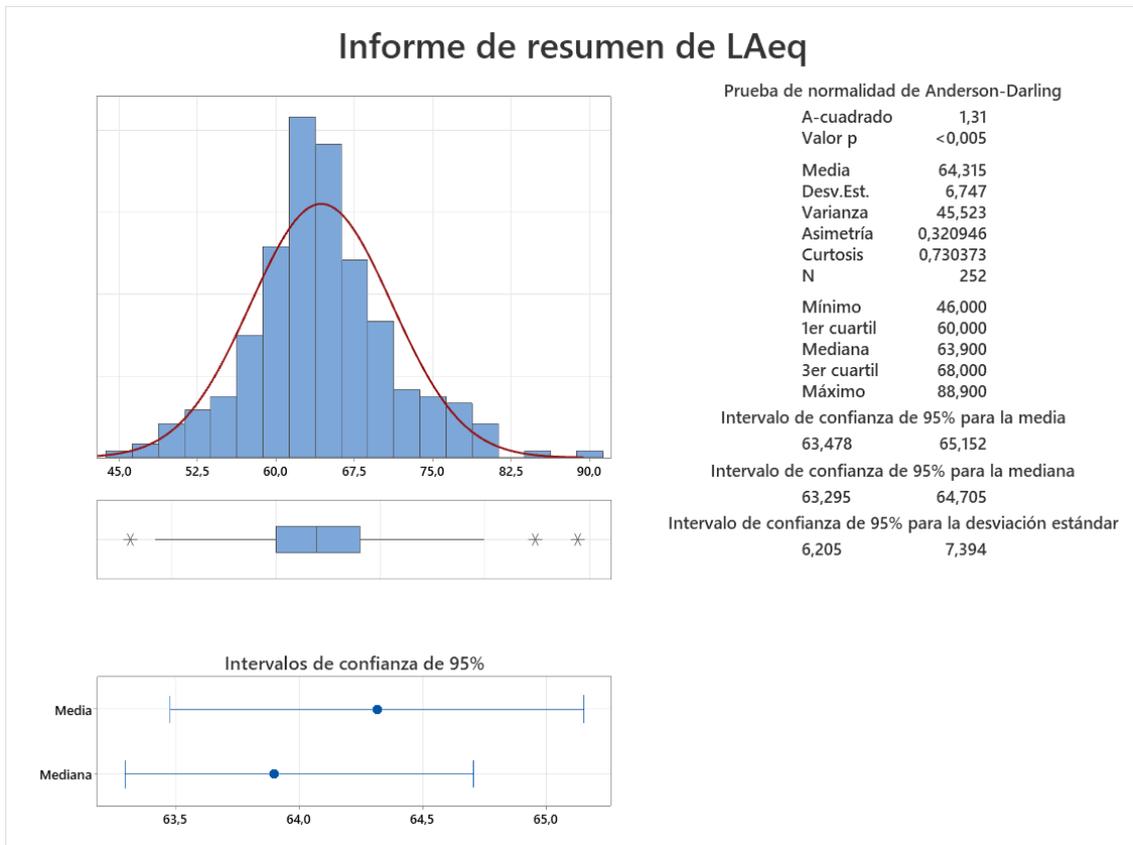
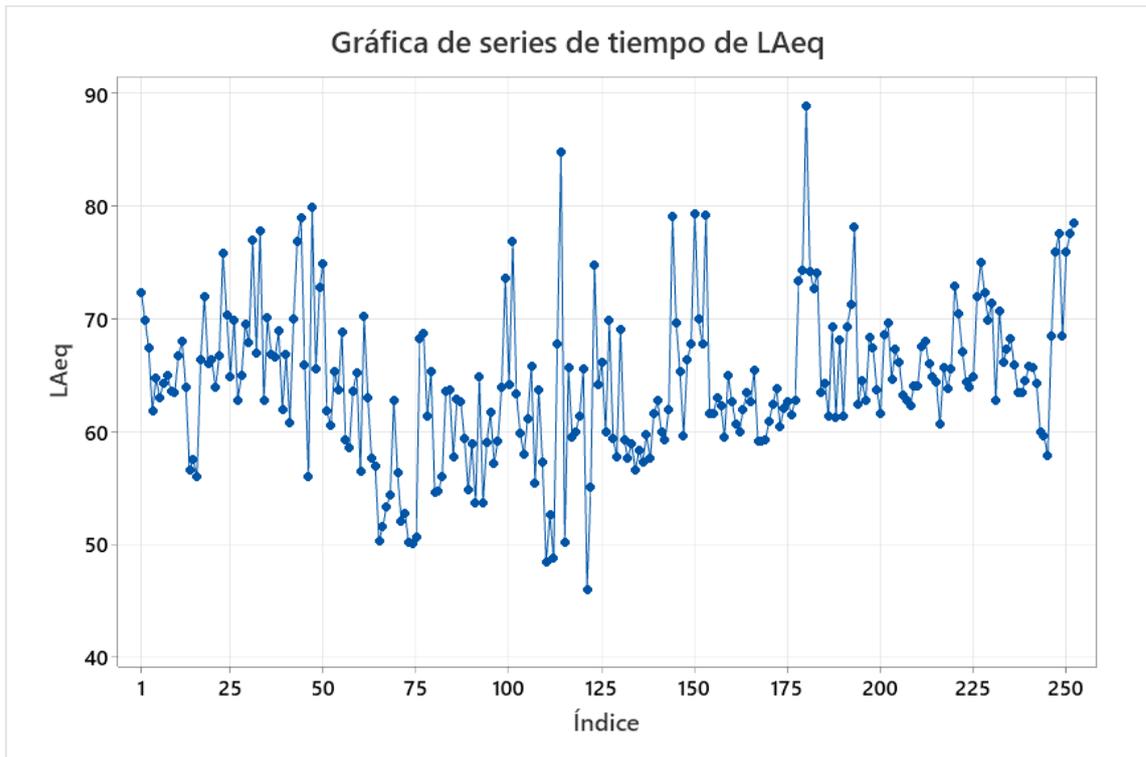


Figura 12-4: Análisis de datos de punto 2 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 6,74 lo que ratifica lo comentado en el párrafo anterior sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se considera el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos. Así mismo se encontró que el valor de p fue menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
252	64,315	6,747	0,425	(63,478; 65,152)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 2-4: Serie del tiempo LAeq del punto 2 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 2, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyos valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que solo dos puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreos analizados, mientras que tres puntos presentaron valores por debajo de 50 dB (Gráfico 2-4).

PUNTO 3

En el punto 3, los resultados presentados en la figura 13-4, muestran un valor promedio de 65,93 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 52,40 dB y un máximo de 88, 20 dB.

El comportamiento de la curva de distribución normal es similar al observado en los puntos 1 y 2, esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrar valores extremos es muy altas, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resulta molesto para los estudiantes, afectando su concentración, rendimiento académico y a largo plazo puede llegar a causar problemas de salud auditiva.

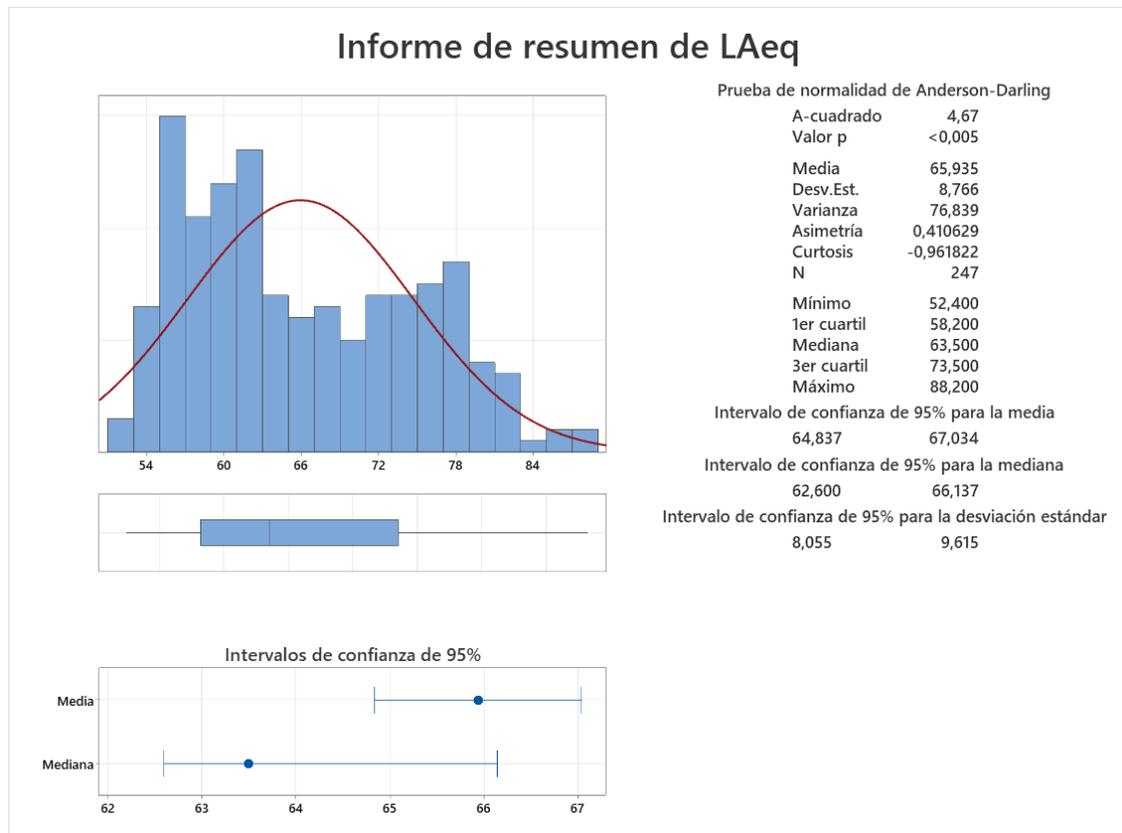
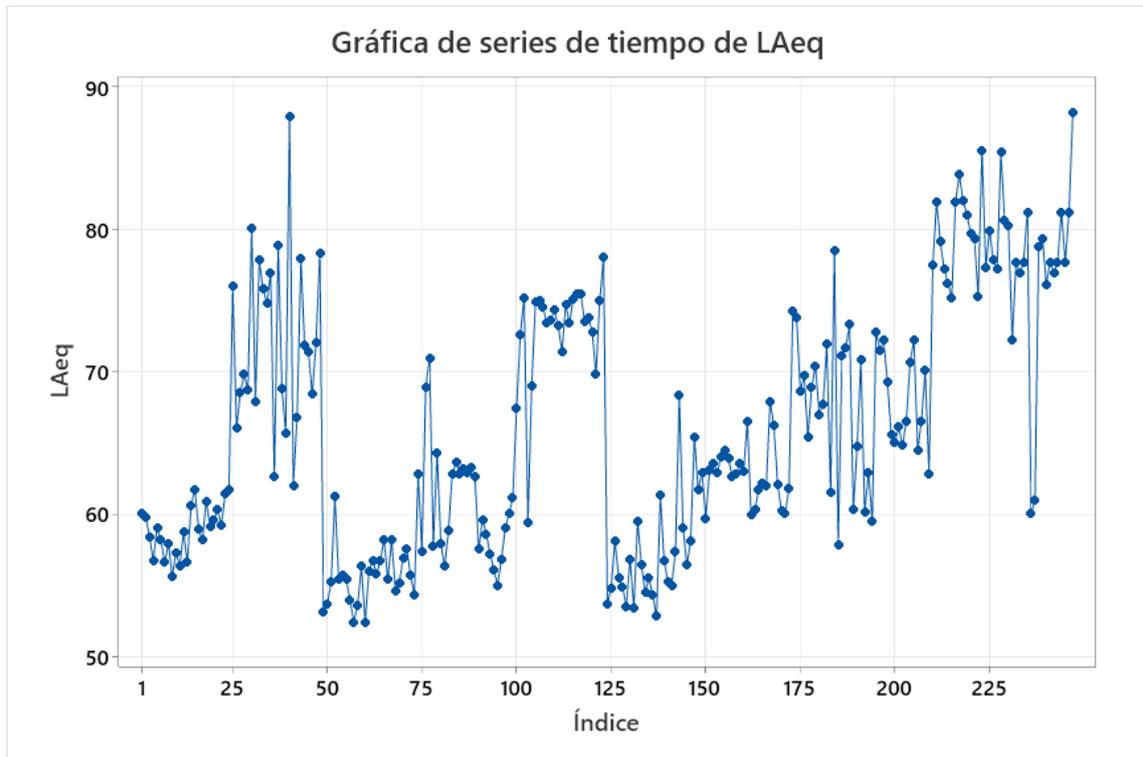


Figura 13-4: Análisis de datos de punto 3 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 8,76, lo que ratifica lo comentado en el párrafo anterior sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se considera el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazado en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
247	65,935	8,766	0,558	(64,837; 67,034)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 3-4: Serie del tiempo LAeq del punto 3 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 3, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyos valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que seis puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados (Gráfico 3-4).

PUNTO 4

En el punto 4, los resultados presentados en la figura 14-4, muestran un valor promedio de 65.07 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 47,730 dB y un máximo de 87,90 dB.

Con relación al comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad de encontrar valores extremos es muy alta, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan

molestos para los estudiantes, afectando la concentración, el rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

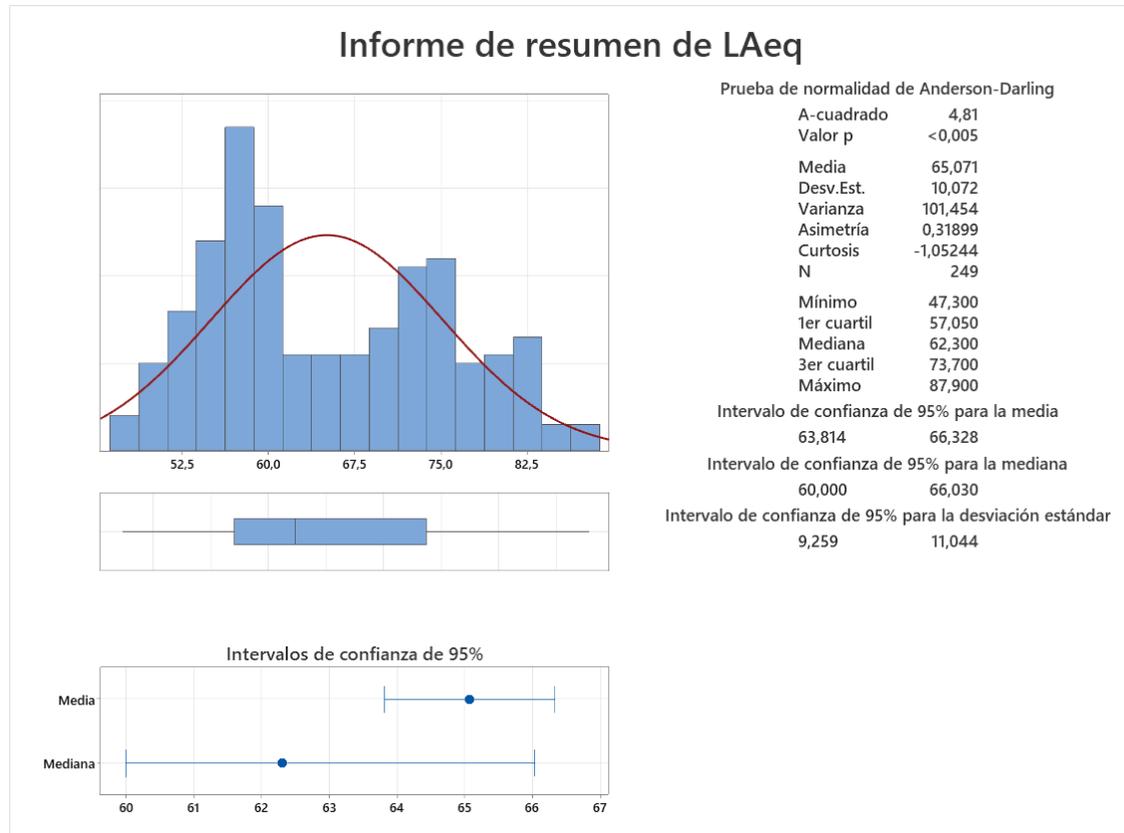
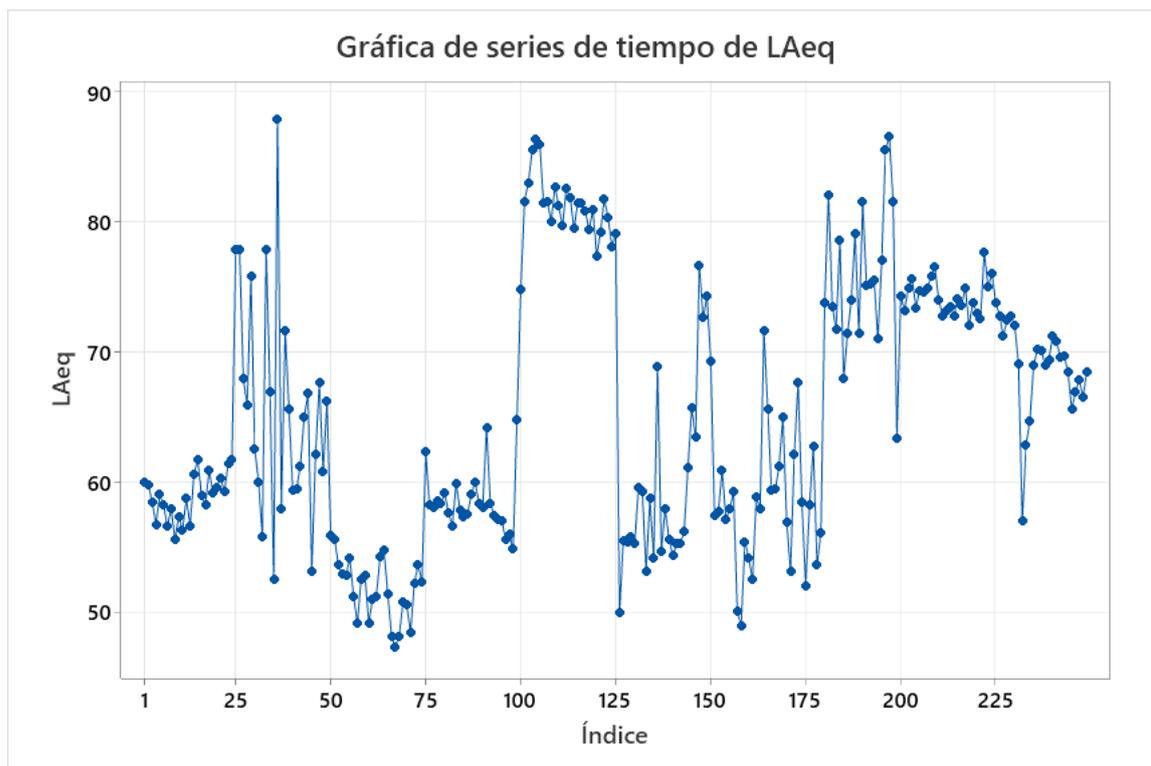


Figura 14-4. Análisis de datos de punto 4 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 10.07, lo que ratifica lo comentado en párrafos anteriores sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se consideramos que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
249	65,071	10,072	0,638	(63,814; 66,328)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 4-4: Serie del tiempo LAeq del punto 4 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 4, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyo valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que varios puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados, mientras que un grupo de tasas presentaron valores por debajo de los 50 dB (Gráfico 4-4).

PUNTO 5

En el punto 5, los resultados presentados en la figura 15-4, muestran un valor promedio de 64,8 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 45,60 dB y un máximo de 86,40 dB.

En relación con el comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrar valores extremos es muy altas, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan molestos para los estudiantes, afectando concentración, rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

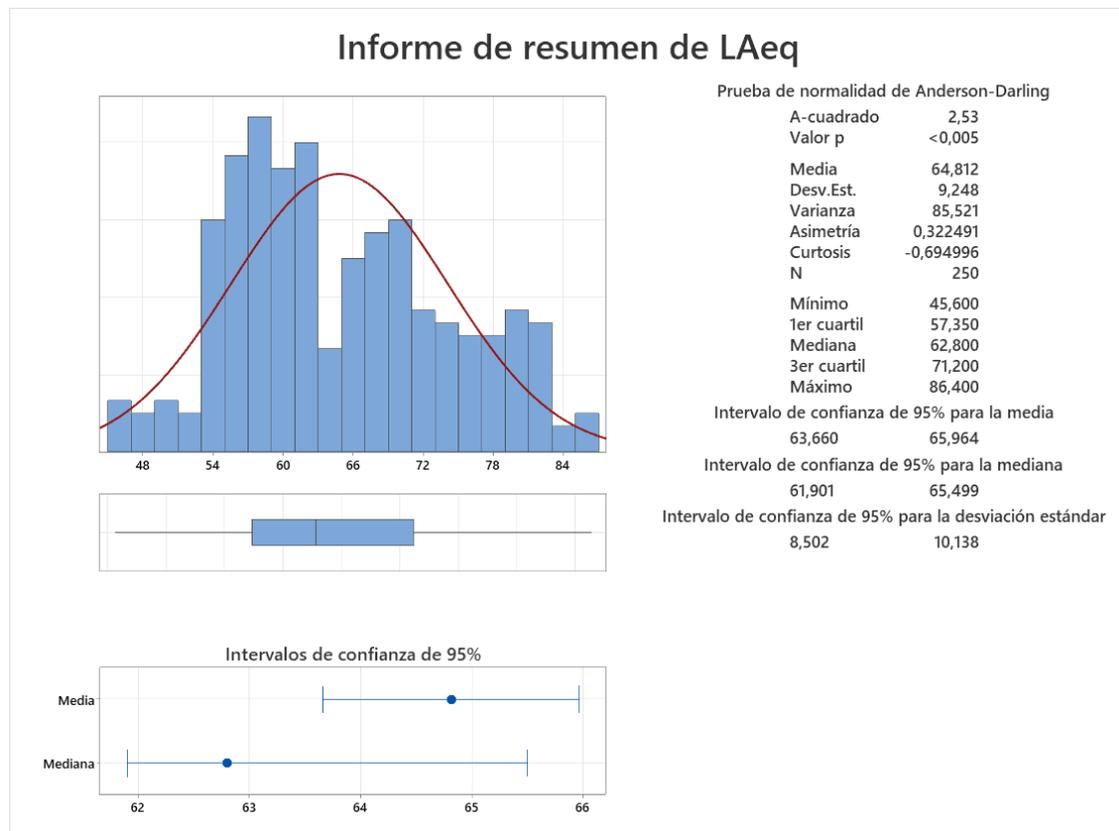
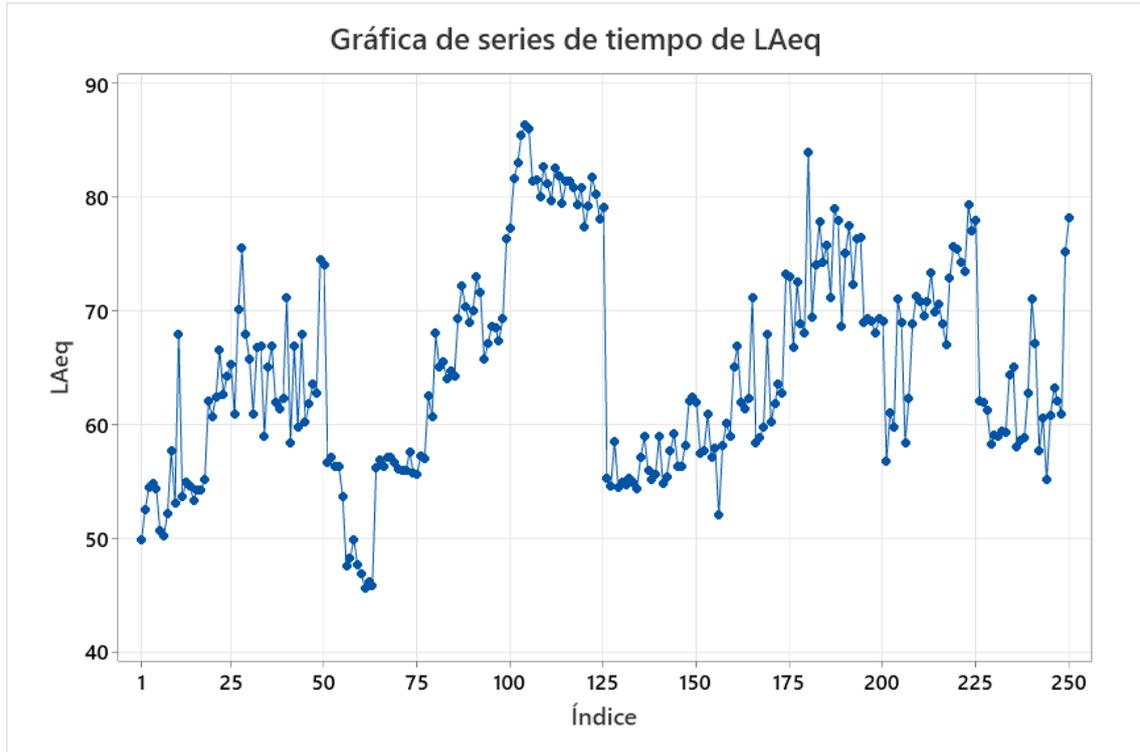


Figura 15-4: Análisis de datos de punto 5 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que la desviación estándar presento un valor de 9,24; lo que ratifica lo comentado anteriormente sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se consideramos que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue de menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que ara este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
250	64,812	9,248	0,585	(63,660; 65,964)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 5-4: Serie del tiempo LAeq del punto 5 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 5, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyos valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que varios punto superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados y 7 puntos presentaron valores por debajo de los 50 dB (Gráfico 5-4).

PUNTO 6

En el punto 6, los resultados presentados en la figura 16-4, muestran un valor promedio de 65,37 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 45,10 dB y un máximo de 86,00 dB.

En relación con el comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrar valores extremos es muy altas, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan molestos para los estudiantes, afectando la concentración, el rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

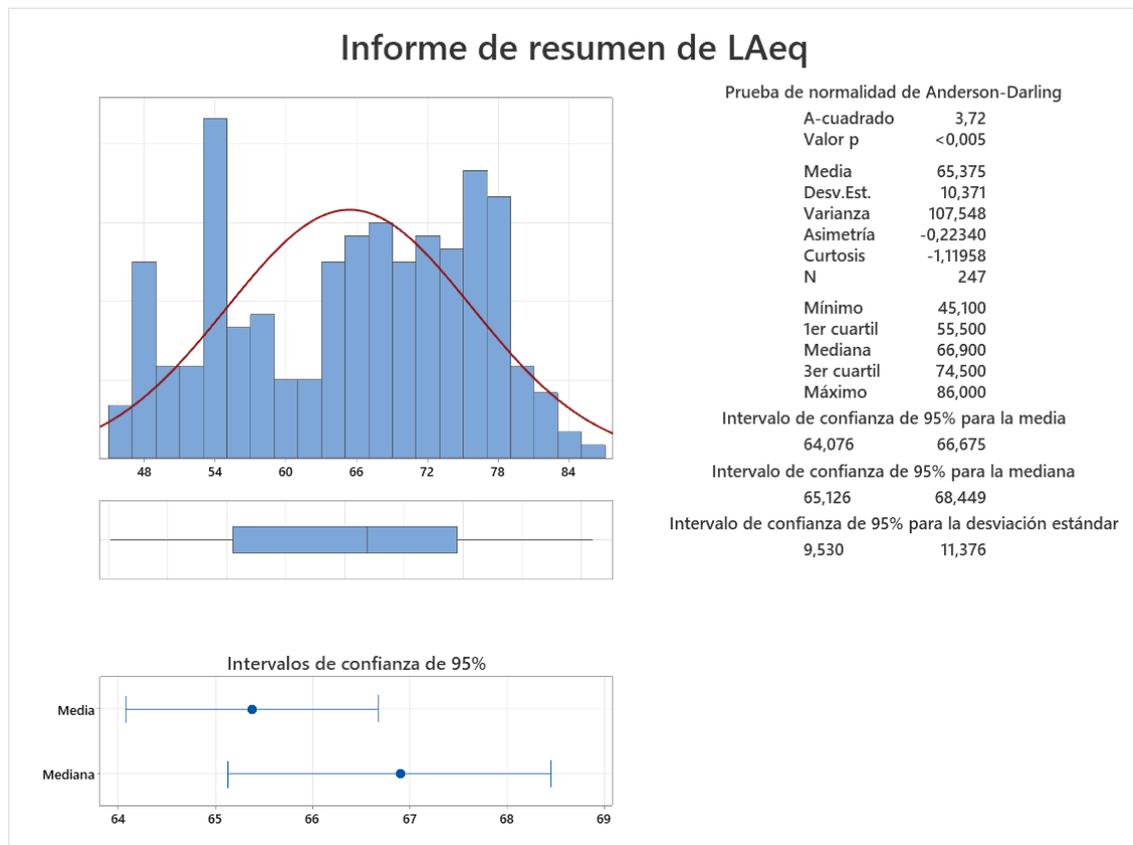
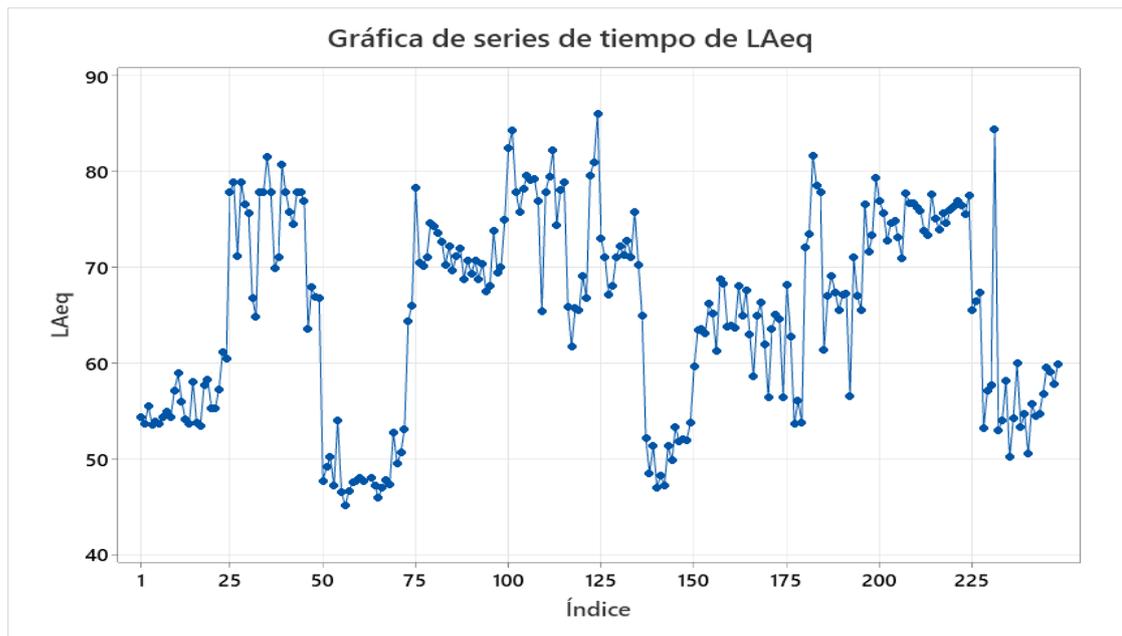


Figura 16-4: Análisis de datos de punto 6 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 10.37; lo que ratifica lo comentado en anteriormente sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se consideramos que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
247	65,375	10,371	0,660	(64,076; 66,675)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 6-4: Serie del tiempo LAeq del punto 6 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 6, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyo valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que ocho puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados y varios datos presentaron valores por debajo de 50 dB (Gráfico 6-4).

PUNTO 7

En el punto 1, los resultados presentados en la figura 17-4, muestran un valor promedio de 68,89 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 46,90 dB y un máximo de 89,10 dB.

Con relación al comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrar valores extremos es muy altas, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan

molestos para los estudiantes, afectando concentración, rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

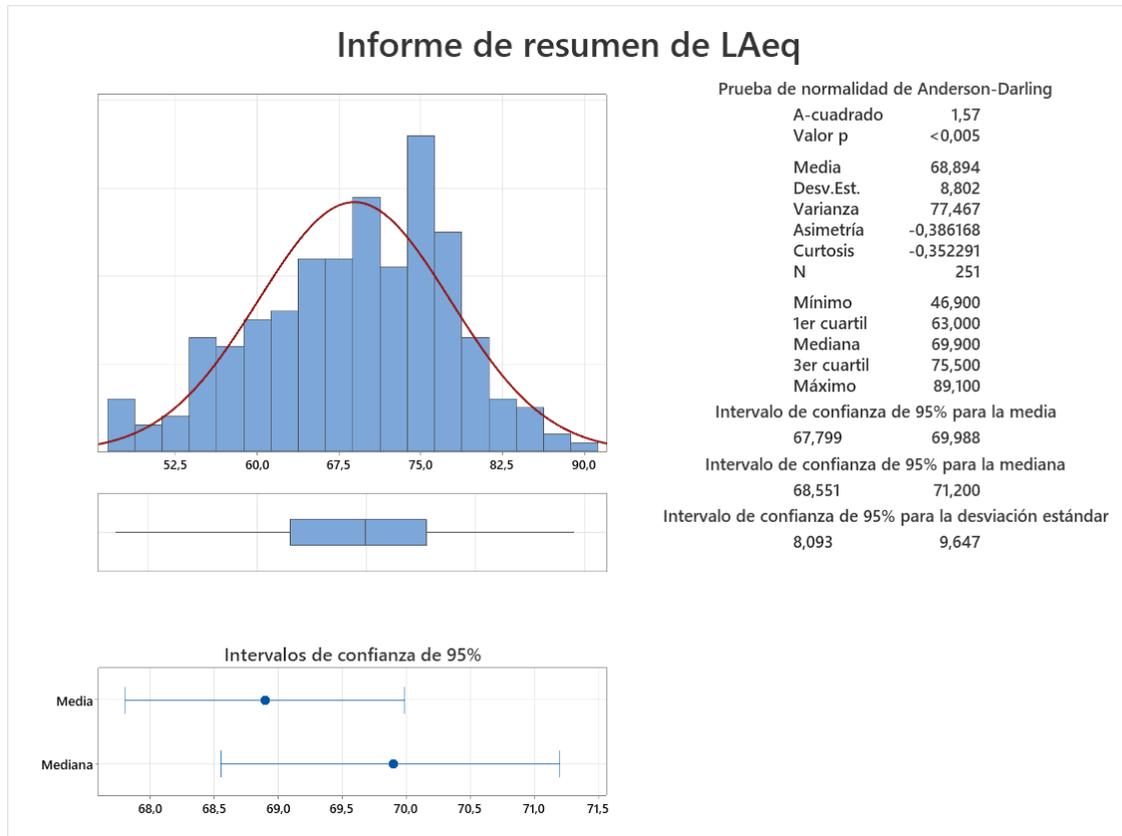
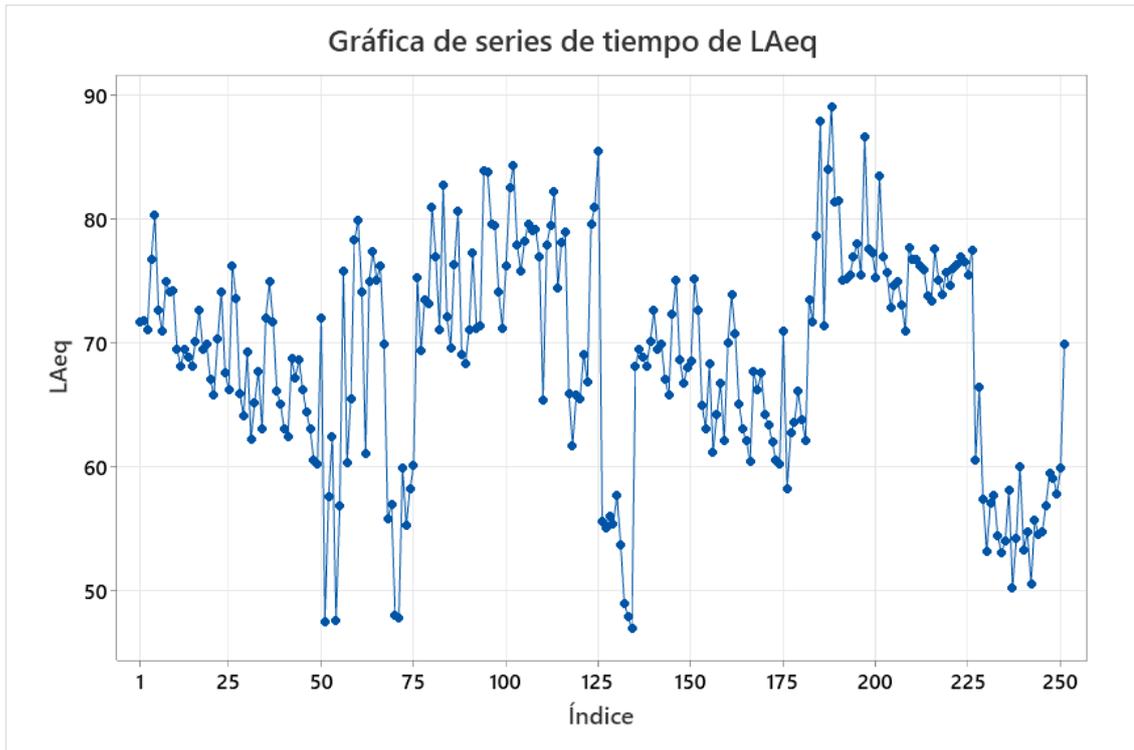


Figura 17-4: Análisis de datos de punto 7 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 8,8; lo que ratifica lo comentado en párrafos anteriores sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se considera que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
251	68,894	8,802	0,556	(67,799; 69,988)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 7-4: Serie del tiempo LAeq del punto 7 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 7, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyo valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que 14 puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados y varios puntos presentaron valores por debajo de 50 dB (Gráfico 7-4).

PUNTO 8

En el punto 8, los resultados presentados en la figura 18-4, muestran un valor promedio de 64,39 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 59,43 dB y un máximo de 81,20 dB.

Con relación al comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrar valores extremos es muy altas, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan molestos para los estudiantes, afectando la concentración, el rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

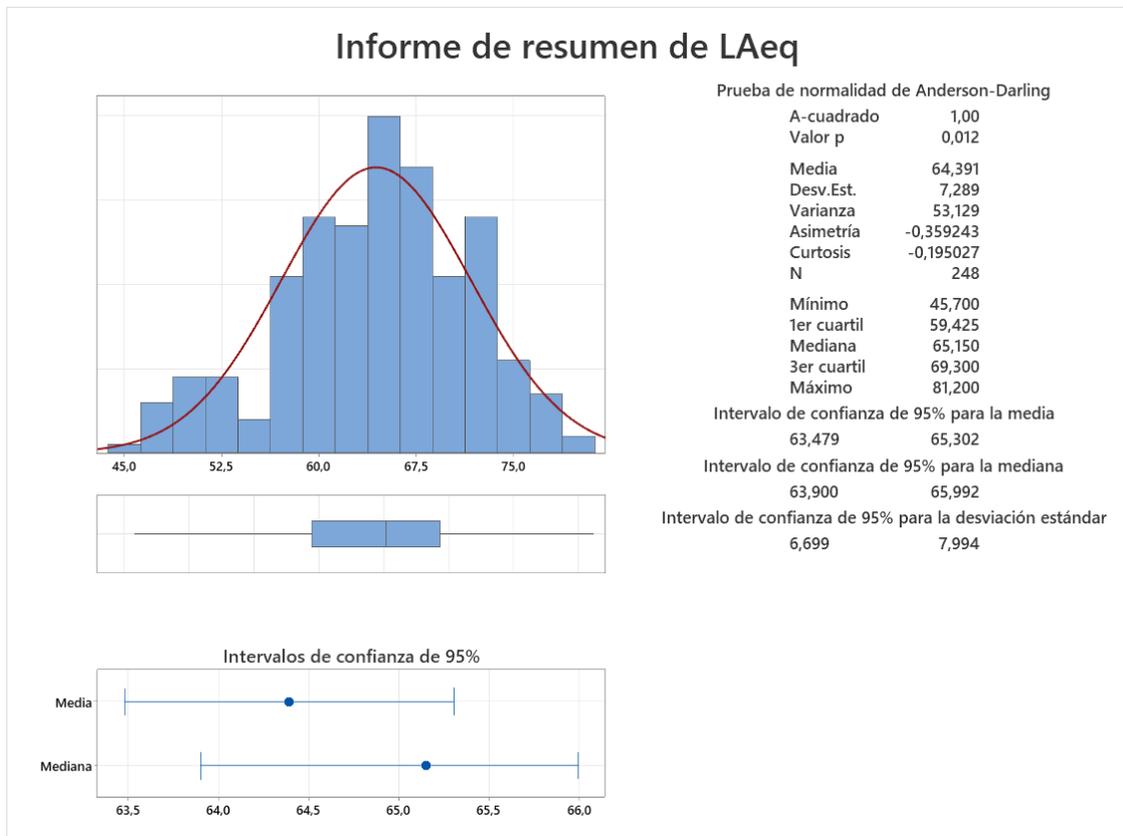
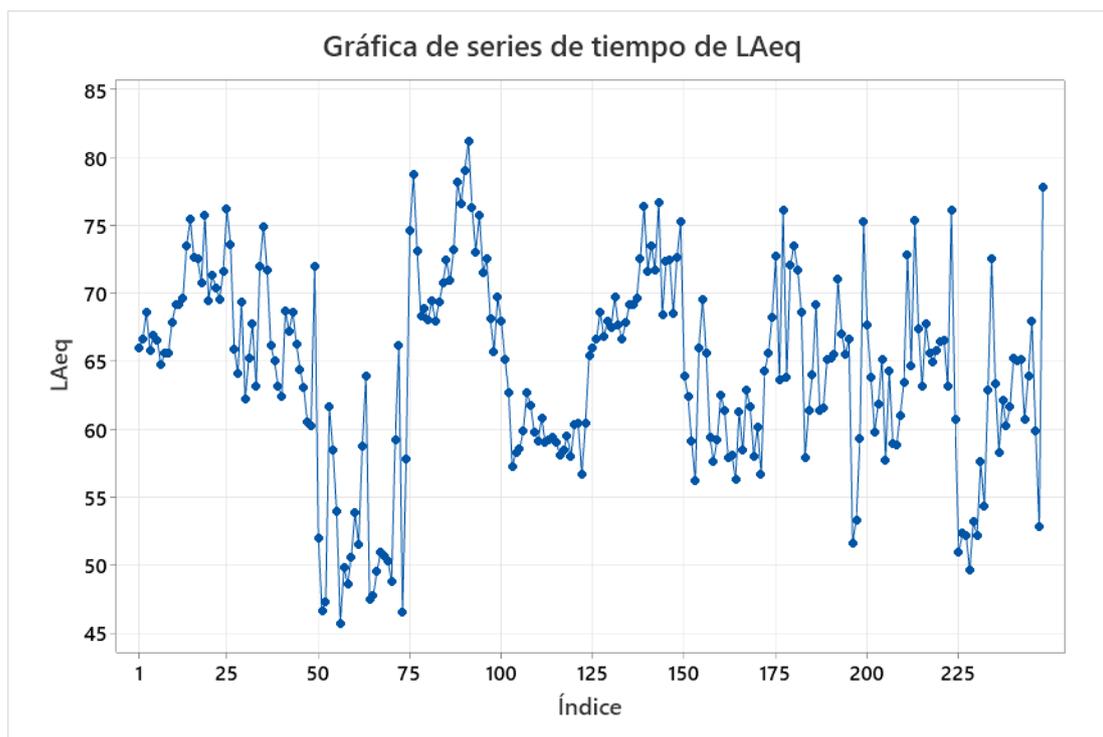


Figura 18-4: Análisis de datos de punto 8 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 7,28; lo que ratifica lo comentado en el párrafo anterior sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se consideramos que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
248	64,391	7,289	0,463	(63,479; 65,302)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 8-4: Serie del tiempo LAeq del punto 8 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 8, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyo valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que solo un punto supero los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados y 8 puntos prestaron valores por debajo de 50 dB (Gráfico 8-4).

PUNTO 9

En el punto 9, los resultados presentados en la figura 19-4, muestran un valor promedio de 63,34 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 45,50 dB y un máximo de 84,20 dB.

En relación con el comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrar valores extremos es muy altas,

los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan molestos para los estudiantes, afectando la concentración, el rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

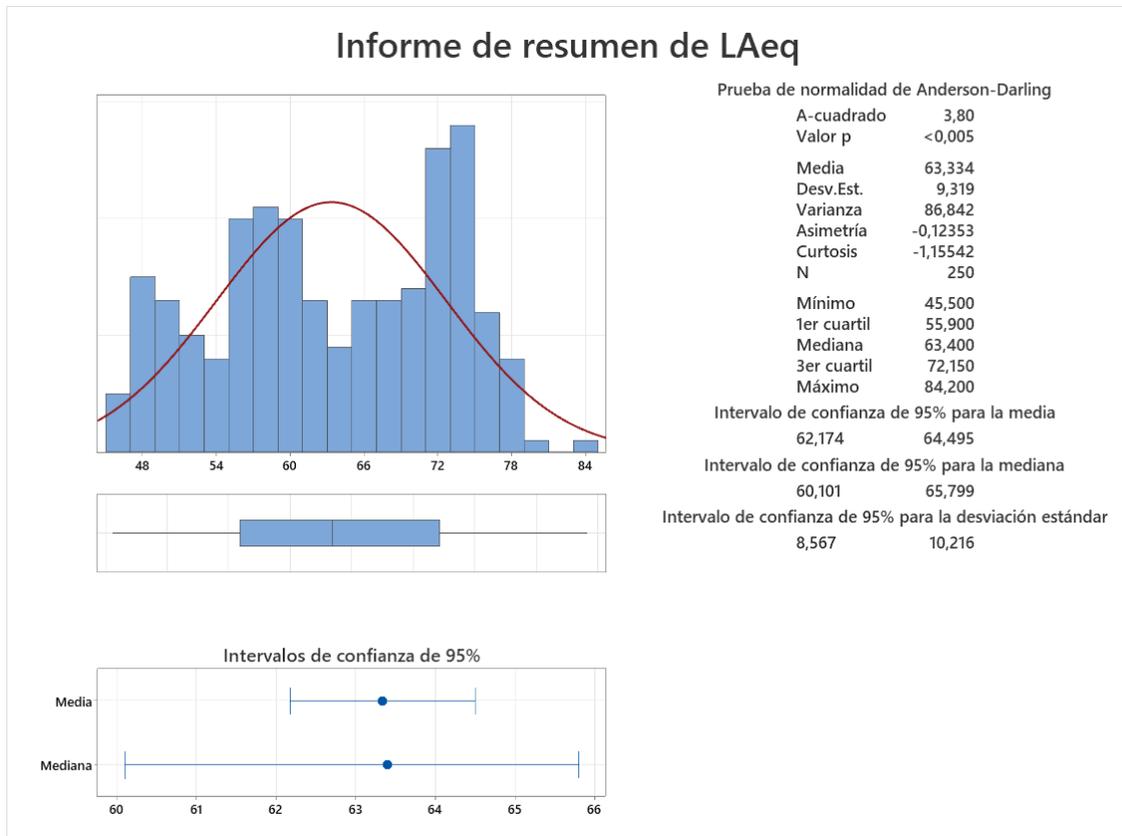
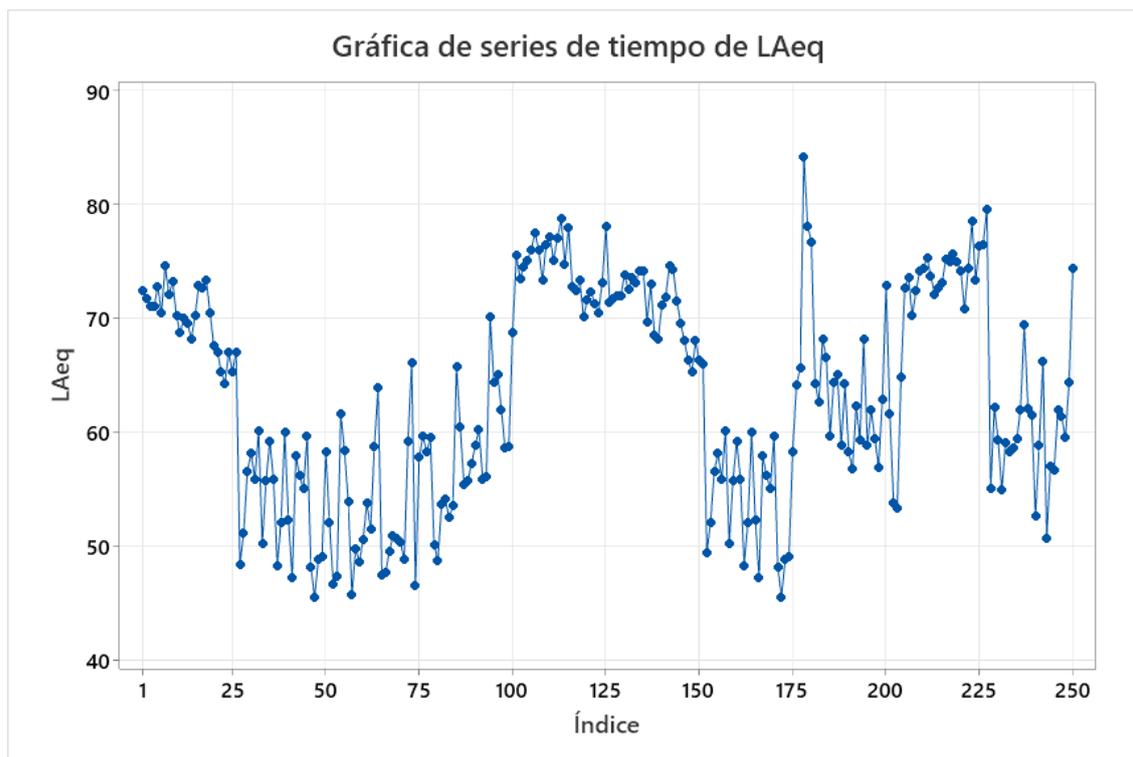


Figura 19-4: Análisis de datos de punto 9 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 9,32; lo que ratifica lo comentado en el párrafo anterior sobre la distribución de los datos, al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se consideramos que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 %, se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
250	63,334	9,319	0,589	(62,174; 64,495)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 9-4: Serie del tiempo LAeq del punto 9 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 9, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyo valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que solo un punto supero los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados y varios datos presentaron valores por debajo de 50 dB (Gráfico 9-4).

PUNTO 10

En el punto 10, los resultados presentados en la figura 20-4, muestran un valor promedio de 66,41 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 48,70 dB y un máximo de 81,30 dB.

Con relación al comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrar valores extremos es muy altas, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan molestos para los estudiantes, afectando la concentración, el rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

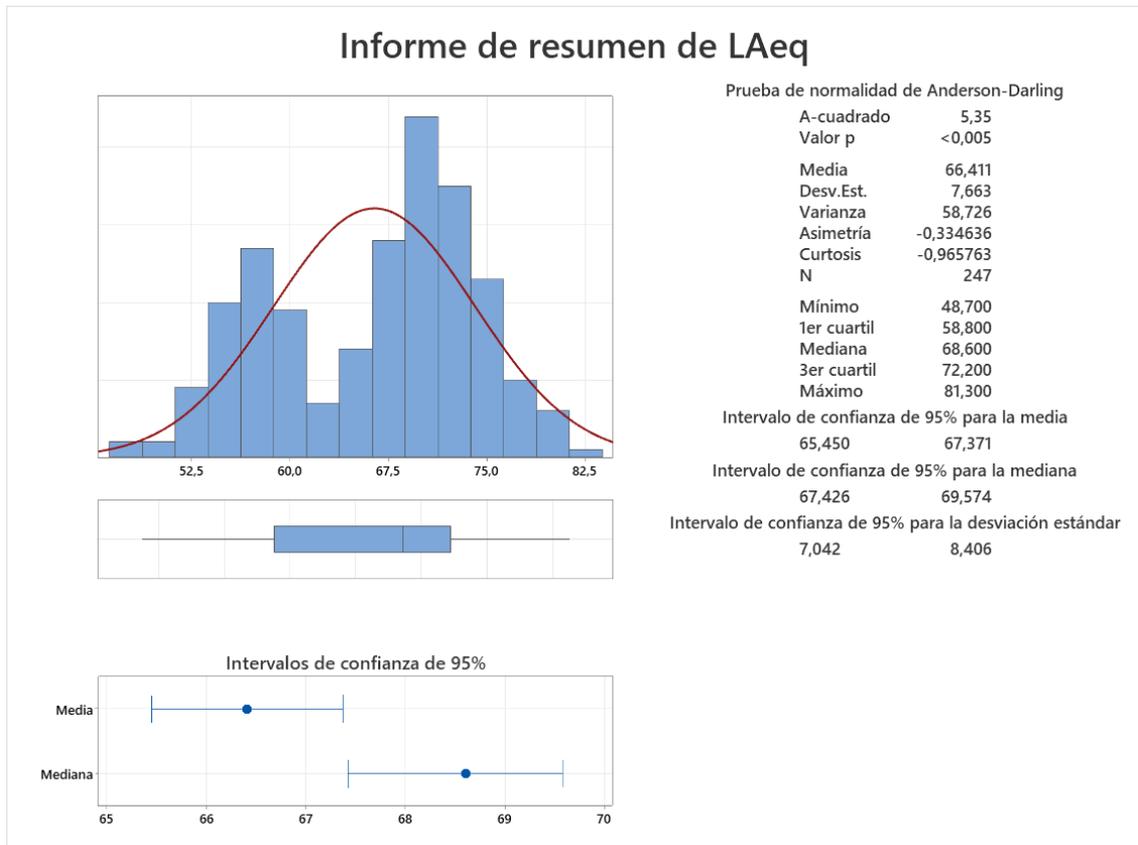
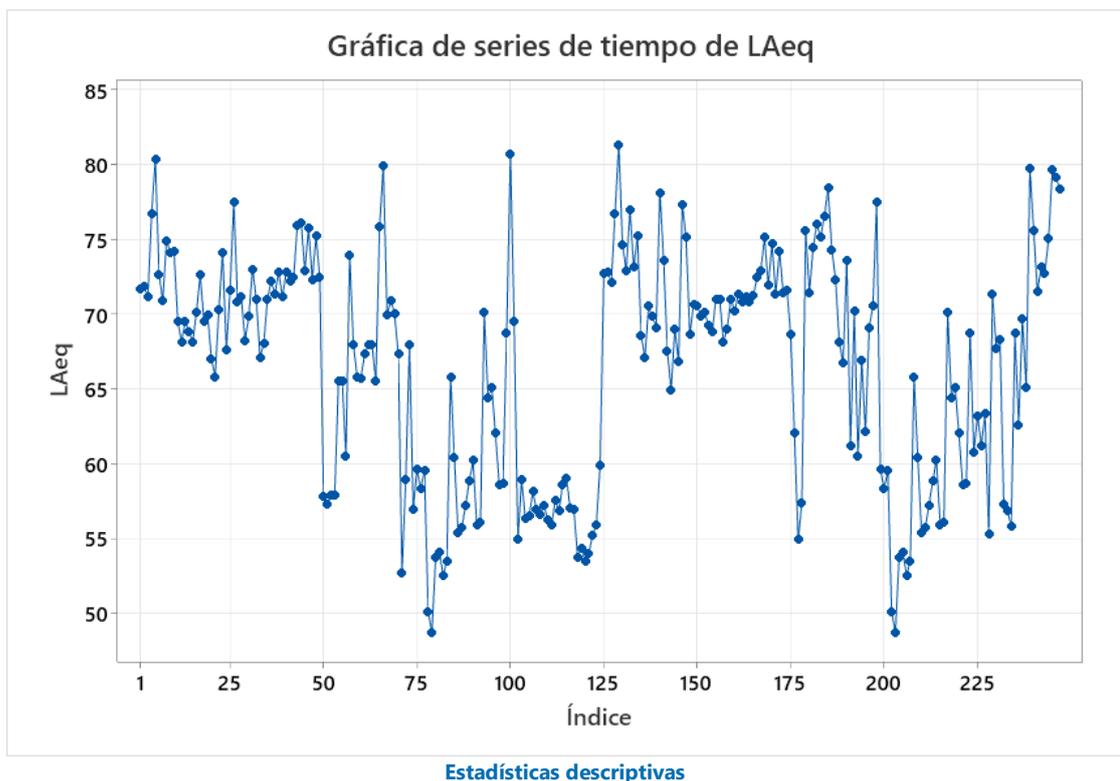


Figura 12-4: Análisis de datos de punto 10 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 7,66; lo que ratifica lo comentado en el párrafo anterior sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se consideramos que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada.



N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
247	66,411	7,663	0,488	(65,450; 67,371)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 10-4: Serie del tiempo LAeq del punto 10 de la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 10, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyo valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que tres puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados y solamente en dos puntos se encontraron valores por debajo de los 50 dB (Gráfico 10-4).

4.3.2. Escuela Don Bosco

PUNTO 1

En el punto 1, los resultados presentados en la figura 21-4, muestran un valor promedio de 67,31 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 69,70 dB y un máximo de 89,30 dB.

Con relación al comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrar valores extremos es muy altas, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan molestos para los estudiantes, afectando concentración, rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

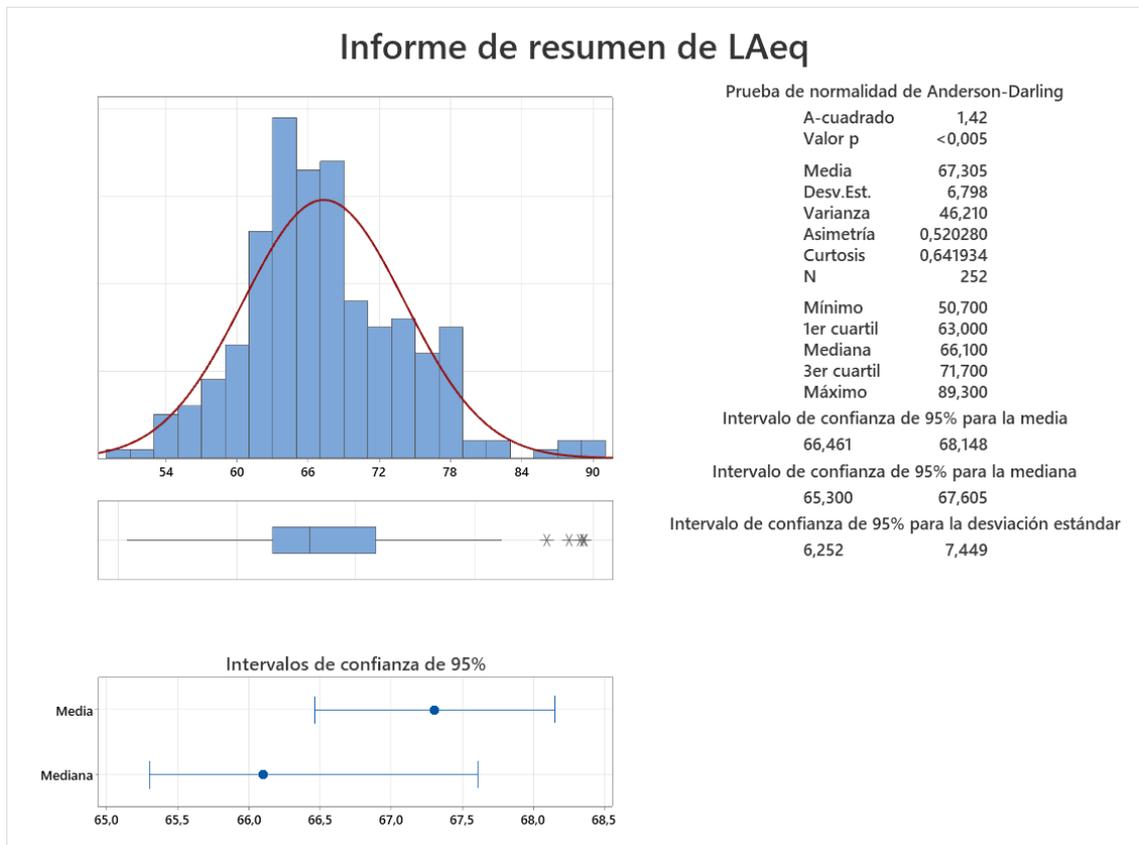


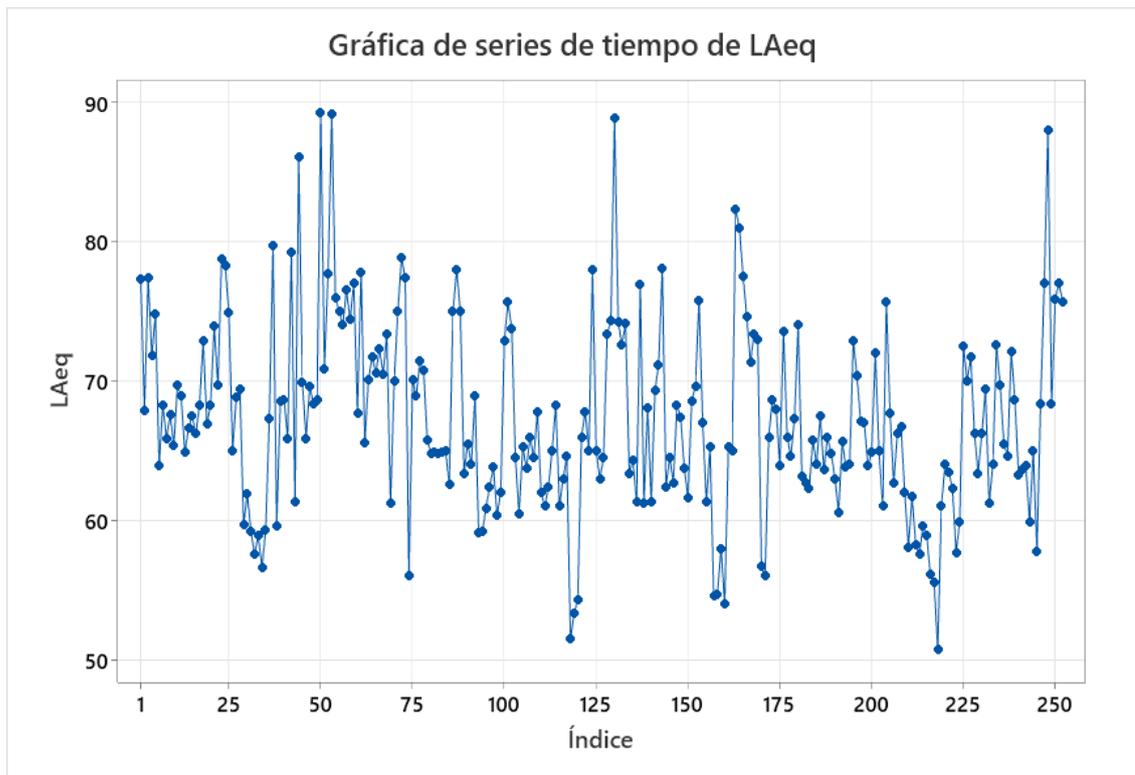
Figura 13-4: Análisis de datos de punto 1 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 6,79; lo que ratifica lo comentado en el párrafo anterior sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se considerada que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos no corresponde al

comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
252	67,305	6,798	0,428	(66,461; 68,148)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 11-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 1 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 1, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyos valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que cinco puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados (Gráfico 11-4).

PUNTO 2

En el punto 2, los resultados presentados en la figura 22-4, muestran un valor promedio de 68,66 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 53,10 dB y un máximo de 99,60 dB.

En relación con el comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrar valores extremos es muy altas,

los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan molestos para los estudiantes, afectando la concentración, el rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

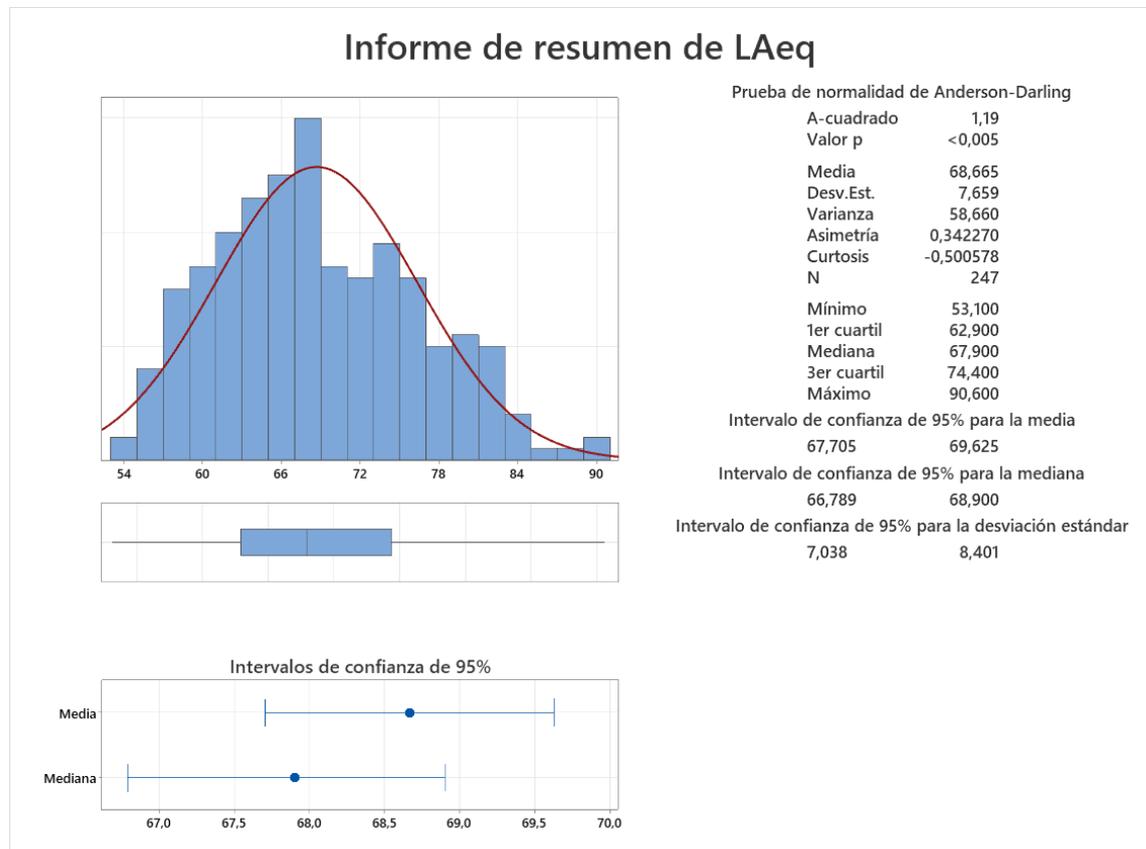
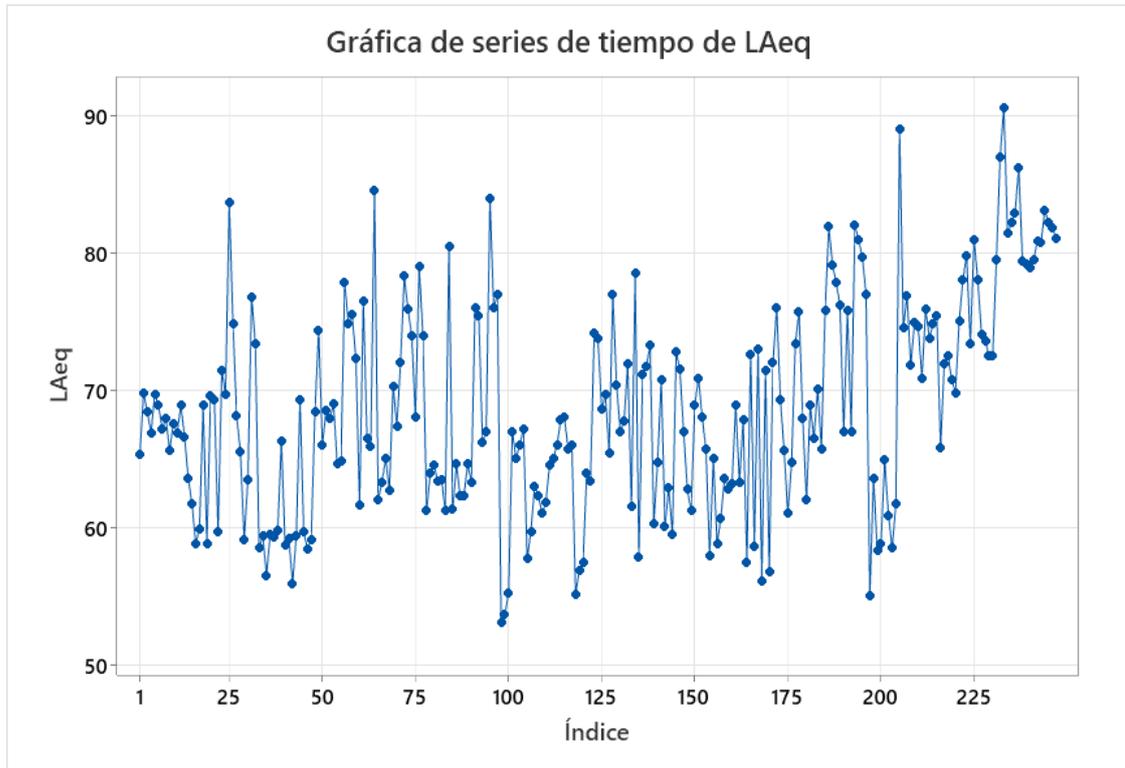


Figura 22-4: Análisis de datos de punto 2 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 7,65; lo que ratifica lo comentado en el párrafo anterior sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se consideramos que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
247	68,665	7,659	0,487	(67,705; 69,625)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 12-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 2 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 2, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyos valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que varios puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados (Gráfico 12-4).

PUNTO 3

En el punto 3, los resultados presentados en la figura 23-4, muestran un valor promedio de 67,17 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 52,20 dB y un máximo de 86,60 dB.

Con relación al comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrar valores extremos es muy altas, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan

molestos para los estudiantes, afectando la concentración, el rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

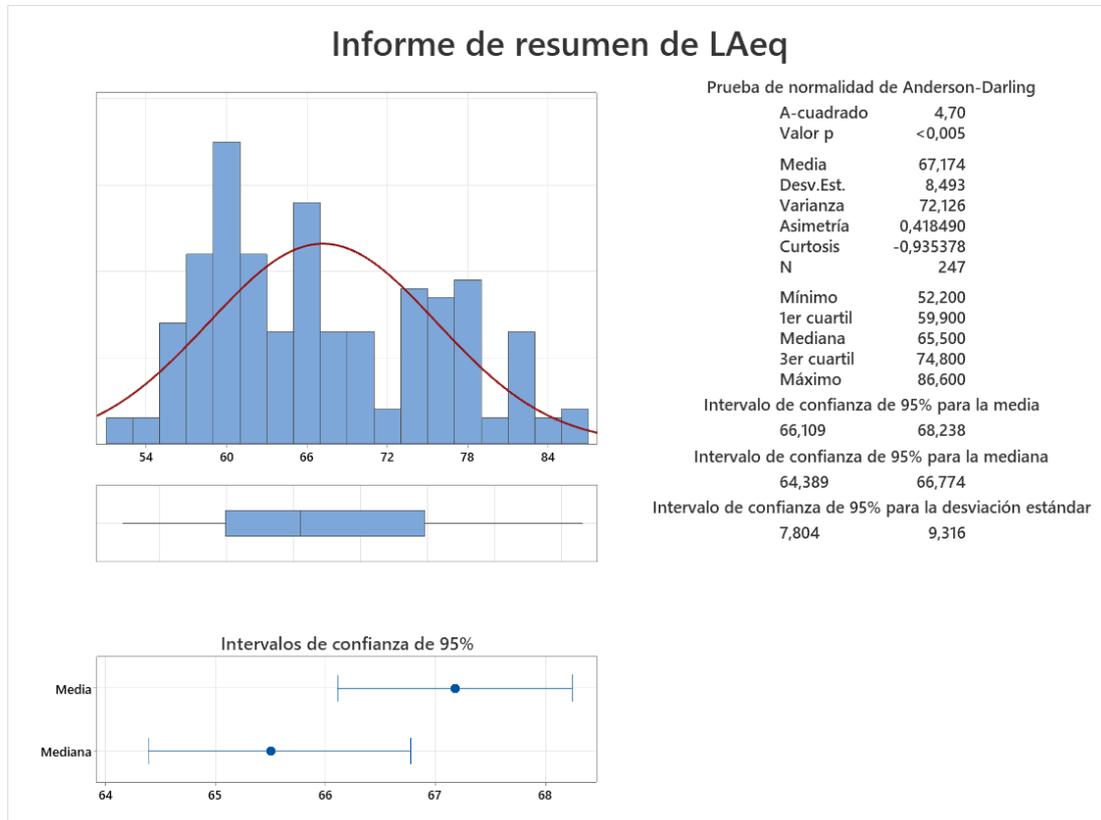
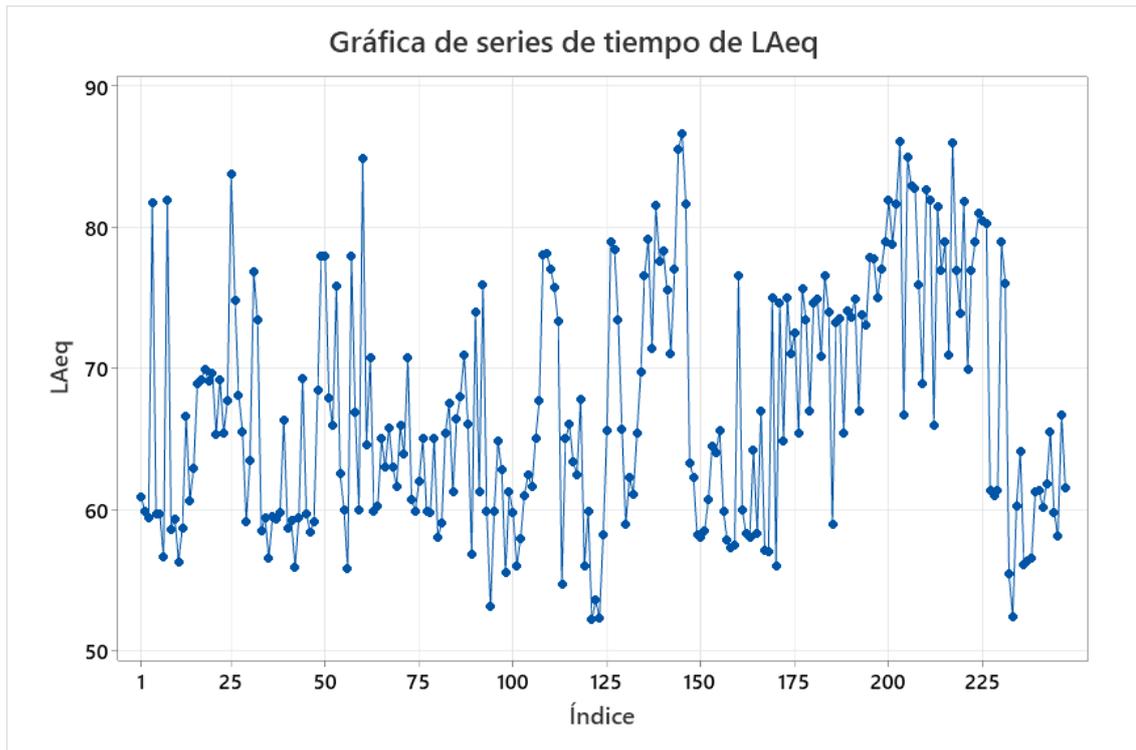


Figura 23-4: Análisis de datos de punto 3 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 8,49; lo que ratifica lo comentado en el párrafo anterior sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se consideramos que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
247	67,174	8,493	0,540	(66,109; 68,238)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 13-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 3 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 3, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyos valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras varios puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados (Gráfico 13-4).

PUNTO 4

En el punto 4, los resultados presentados en la figura 24-4, muestran un valor promedio de 66,83 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 AM) y vespertino (12- 2 PM) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 49,10 dB y un máximo de 85,80 dB.

Con relación al comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrar valores extremos es muy altas, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan

molestos para los estudiantes, afectando la concentración, el rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

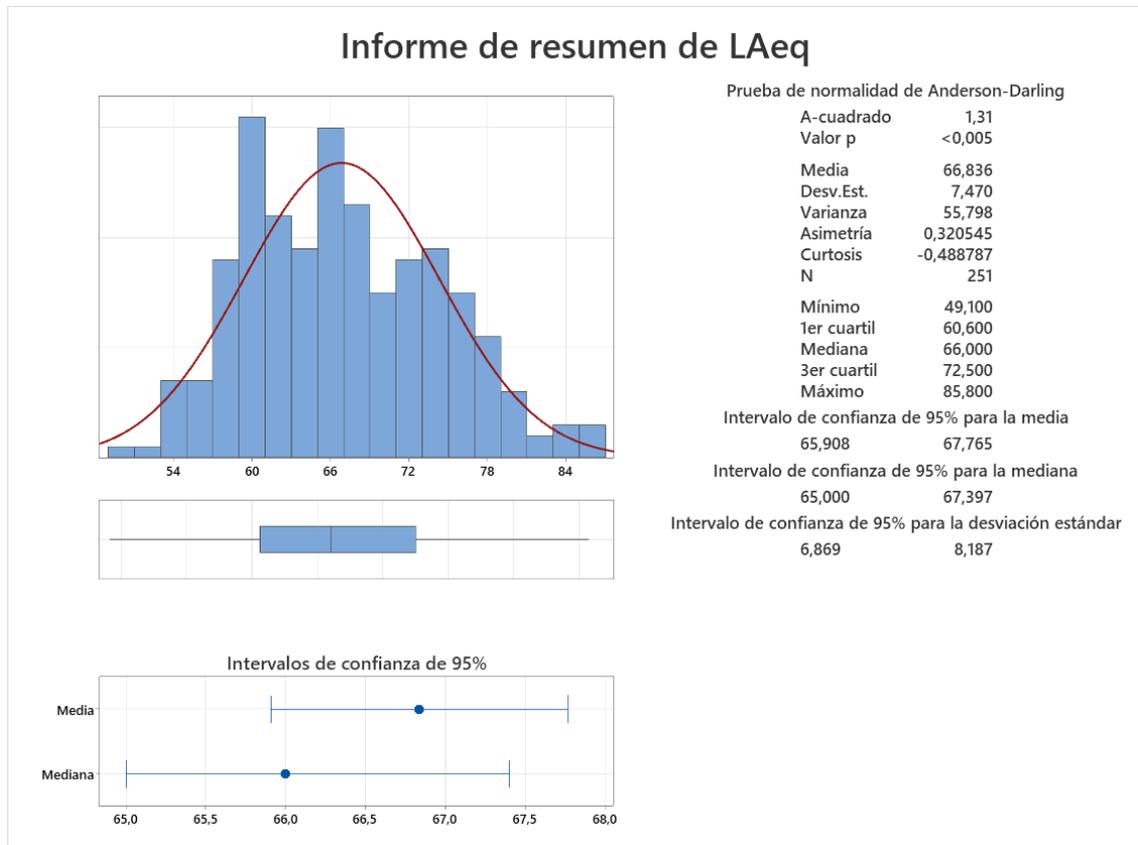
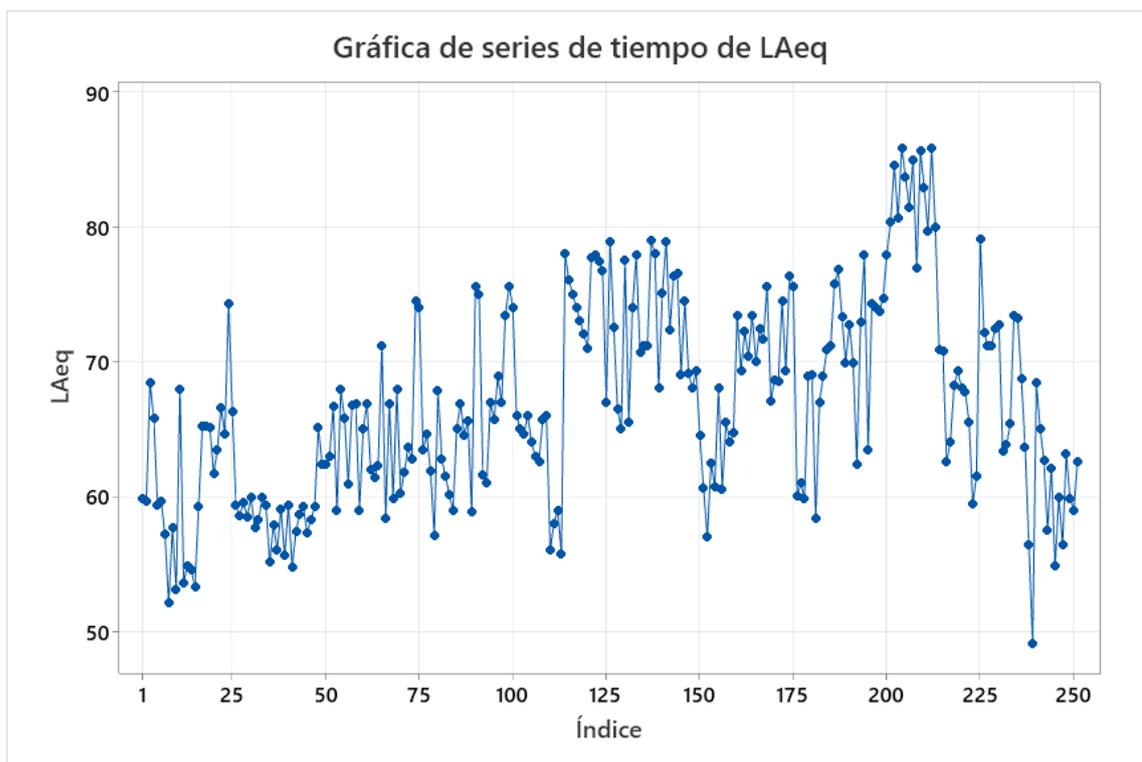


Figura 14-4: Análisis de datos de punto 4 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 7,47; lo que ratifica lo comentado en el párrafo anterior sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se consideramos que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
251	66,836	7,470	0,471	(65,908; 67,765)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 14-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 4 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 4, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyo valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que seis puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados y un punto presento un valor por debajo de 50 dB (Gráfico 14-4).

PUNTO 5

En el punto 5, los resultados presentados en la figura 25-4, muestran un valor promedio de 65,77 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 45,10 dB y un máximo de 84,50 dB.

En relación con el comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrar valores extremos es muy altas, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que

resultan molestos para los estudiantes, afectando su concentración, el rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

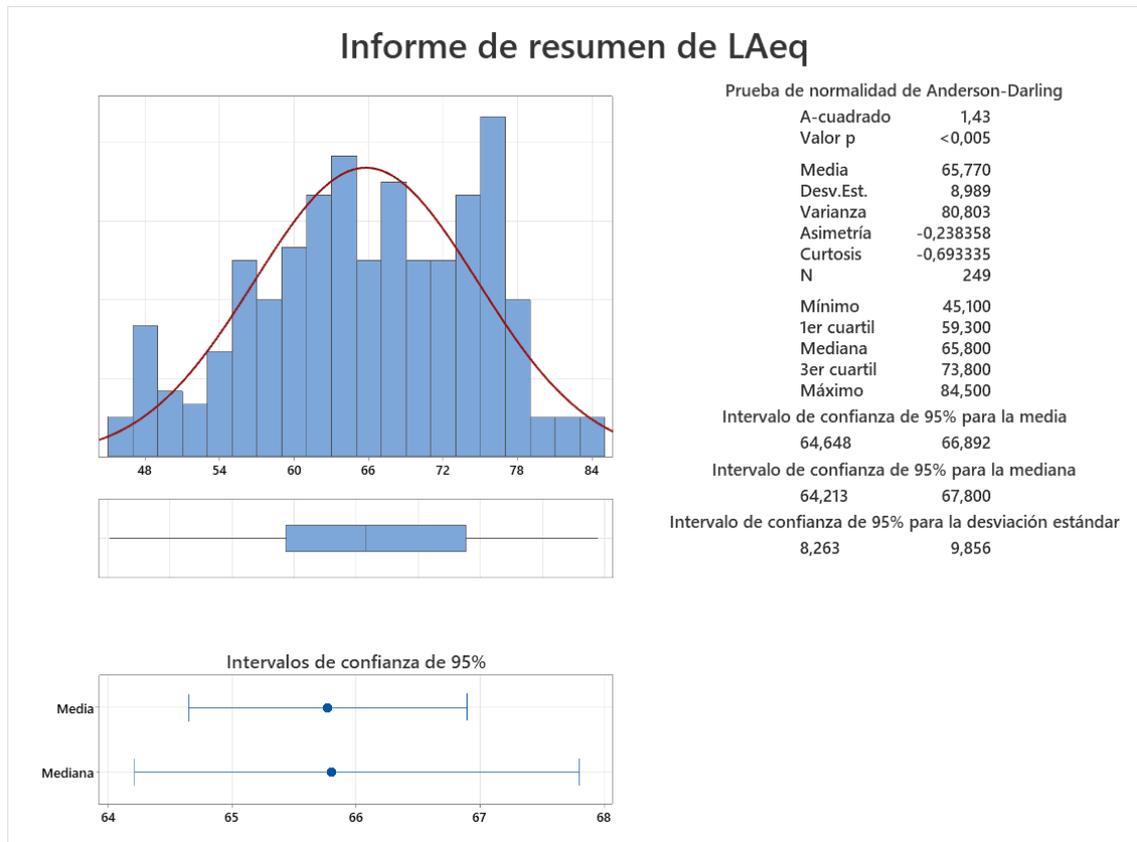
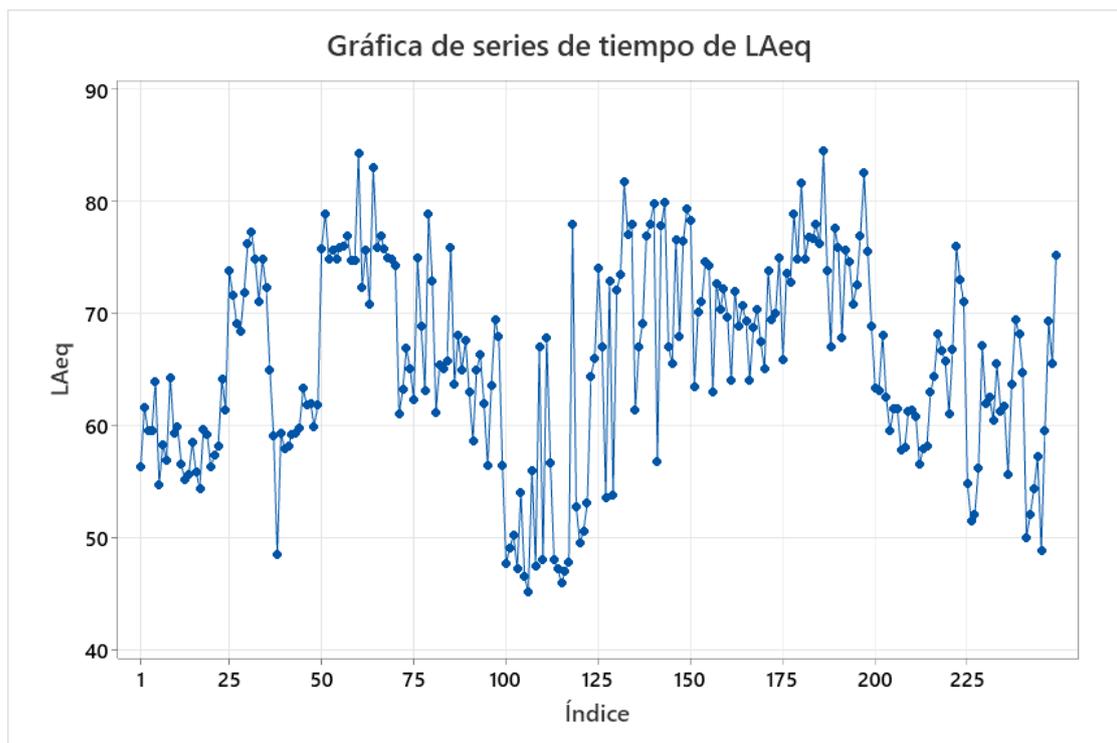


Figura 25-4: Análisis de datos de punto 5 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 8,98, lo que ratifica lo comentado en el párrafo anterior sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se considera el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que ara este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
249	65,770	8,989	0,570	(64,648; 66,892)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 15-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 5 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 5, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyos valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que nueve puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados. Mientras que en 12 puntos encontraron valores por debajo de los 50 dB (Gráfico 15-4).

PUNTO 6

En el punto 6, los resultados presentados en la figura 26-4, muestran un valor promedio de 69,41 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 AM) y vespertino (12- 2 PM) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 47,70 dB y un máximo de 88,30 dB.

En relación con el comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrar valores extremos es muy altas,

los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resulta molesto para los estudiantes, afectando concentración, rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

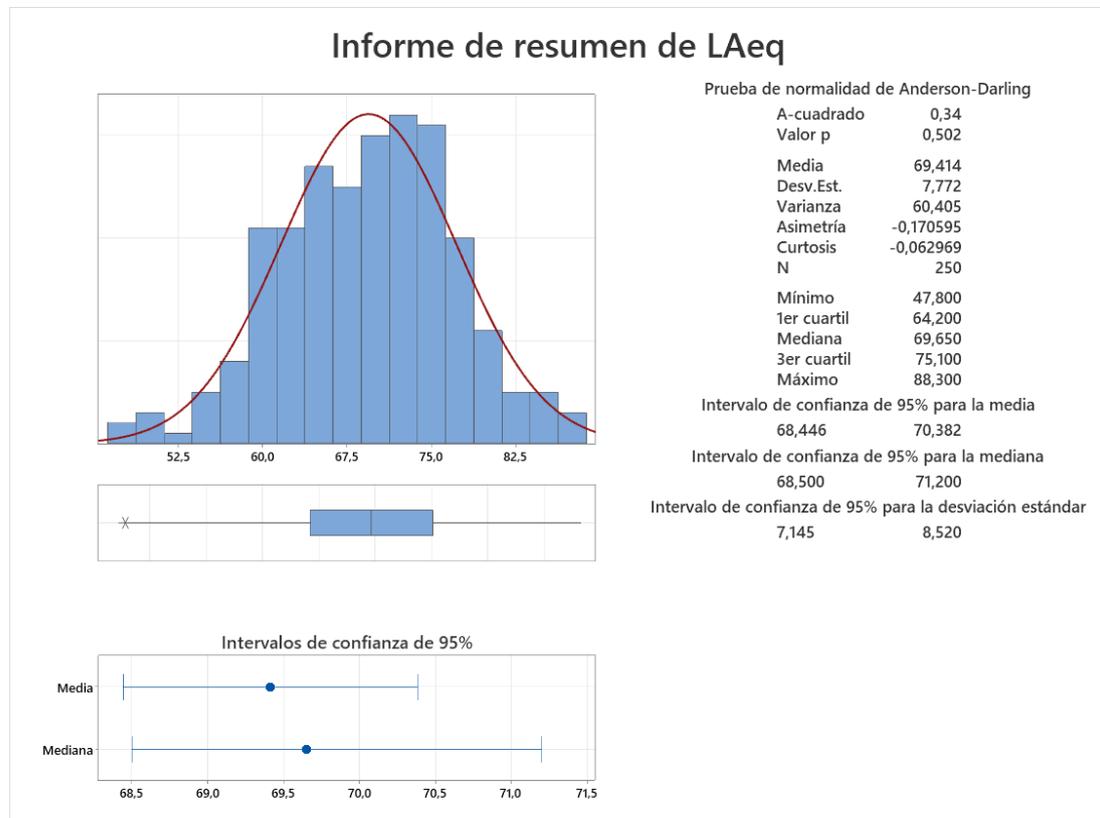
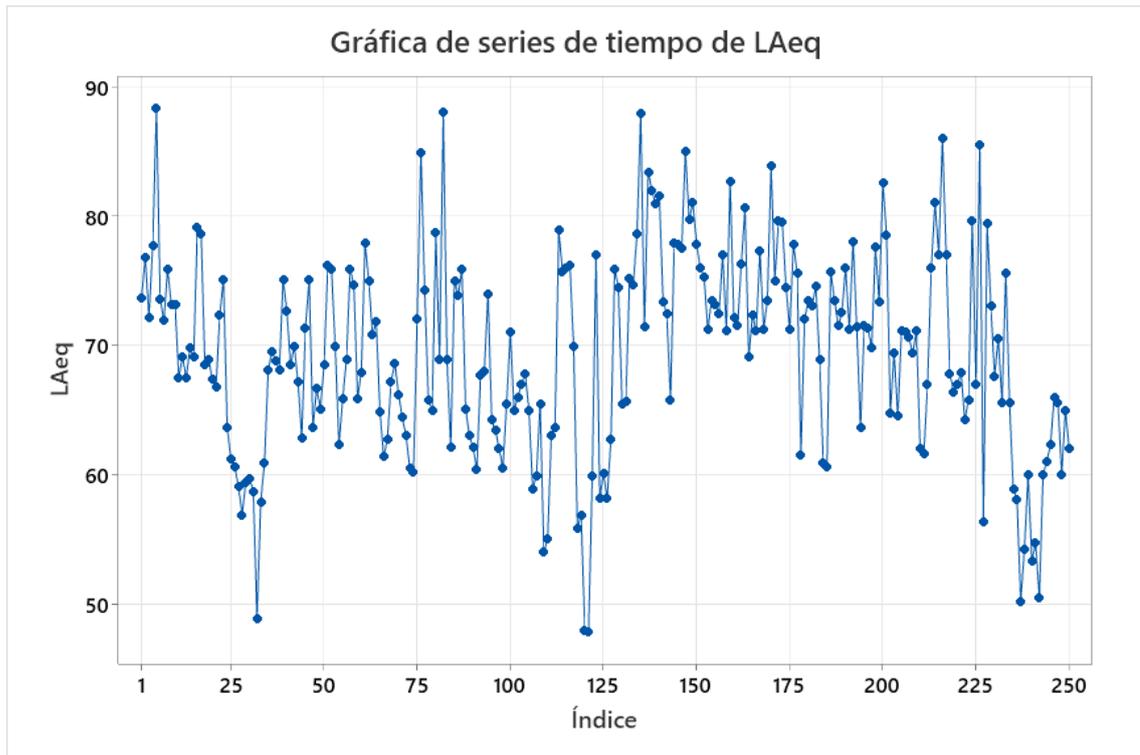


Figura 26-4: Análisis de datos de punto 6 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 7,77, lo que ratifica lo comentado en párrafos anteriores sobre la distribución de los datos, al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se considera que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos (Figura 26-4).

Así mismo se encontró que el valor de p fue de 0,50 por lo tanto al ser mayor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos corresponde al comportamiento de una distribución normal, aceptando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
250	69,414	7,772	0,492	(68,446; 70,382)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 16-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 6 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 6, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyos valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que varios puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados y tres puntos presentaron valores por debajo de los 50 dB (Gráfico 16-4).

PUNTO 7

En el punto 7, los resultados presentados en la figura 27-4, muestran un valor promedio de 68,24 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 46,50 dB y un máximo de 95,30 dB.

En relación con el comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió

una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrados en valores extremos muy altos, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan molestos para los estudiantes, afectando la concentración, el rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

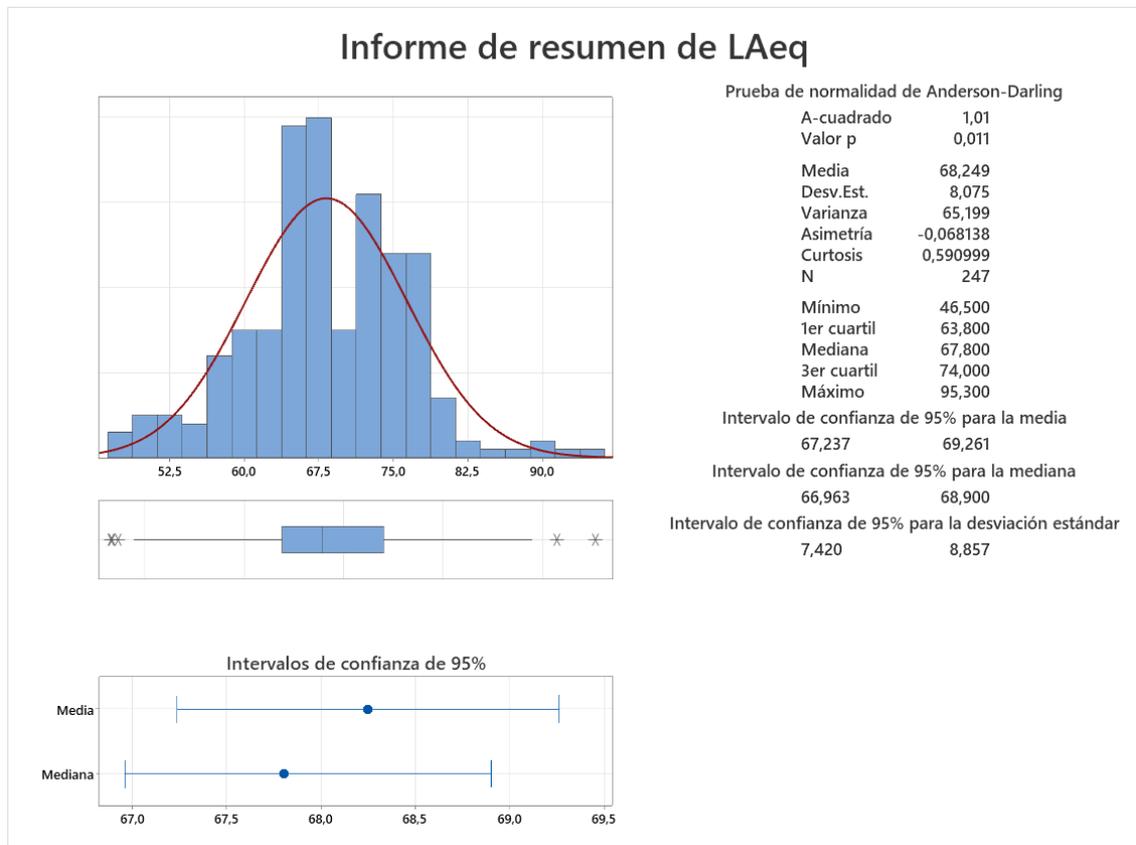
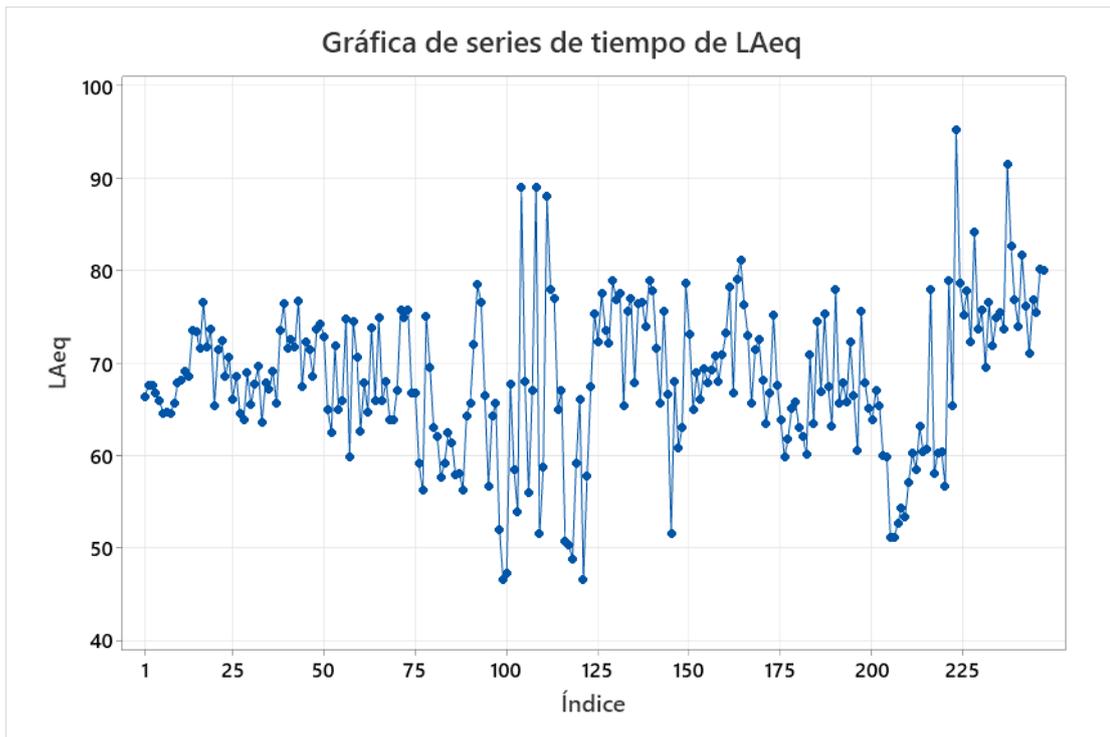


Figura 27-4: Análisis de datos de punto 7 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 8,07, lo que ratifica lo comentado en párrafos anteriores sobre la distribución de los datos, al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se consideramos que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
247	68,249	8,075	0,514	(67,237; 69,261)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 1-4: Serie del tiempo LAeq del punto 7 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 7, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyo valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que ocho puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados y cuatro puntos presentaron valores por debajo de los 50 dB (Gráfico 17-4).

PUNTO 8

En el punto 8, los resultados presentados en la figura 28-4, muestran un valor promedio de 65,03 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 45,50 dB y un máximo de 88,30 dB.

En relación con el comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad de encontrar valores extremos es muy alta,

los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resaltan molesto para los estudiantes, afectando concentración, rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

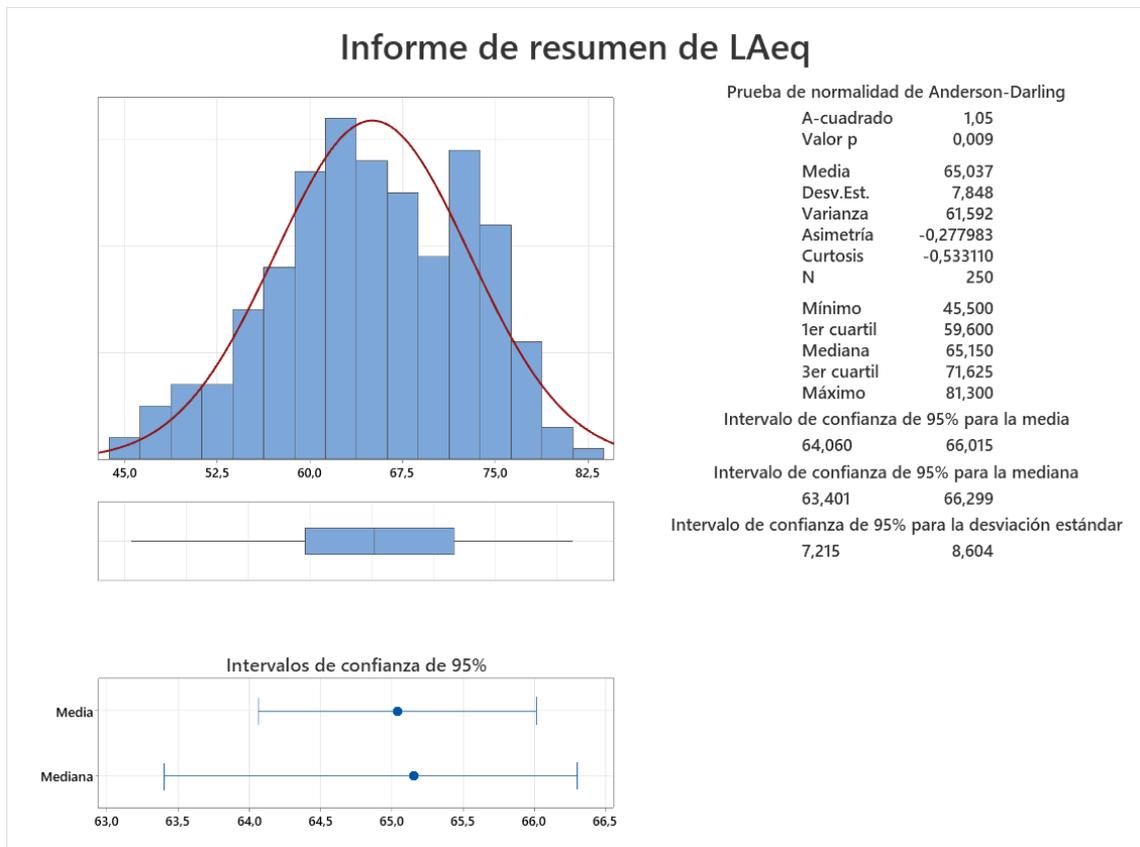
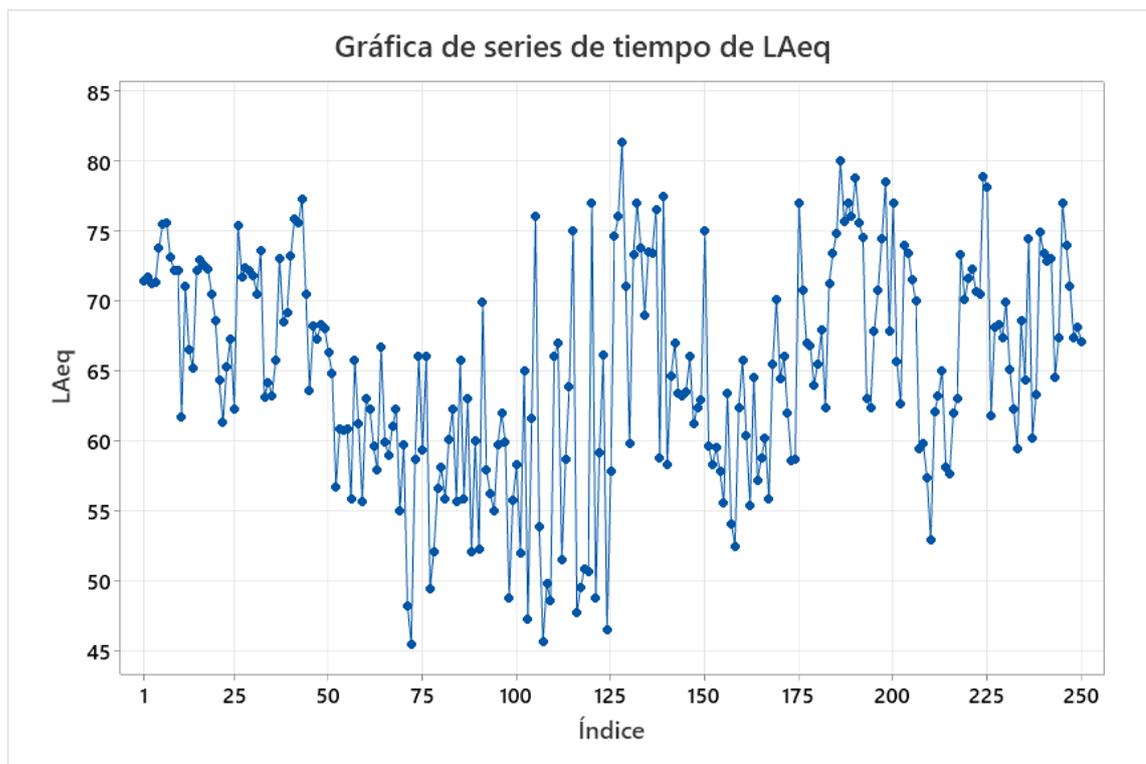


Figura 28-4: Análisis de datos de punto 8 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 7,84, lo que ratifica lo comentado párrafos anteriores sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se consideramos que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue menor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos no corresponde al comportamiento de una distribución normal, rechazando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
250	65,037	7,848	0,496	(64,060; 66,015)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 2-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 8 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 8, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyos valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que solo dos puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados y mientras 10 puntos presentaron valores por debajo de los 50 dB (Gráfico 18-4).

PUNTO 9

En el punto 9, los resultados presentados en la figura 29-4 muestran un valor promedio de 67,75 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 am) y vespertino (12- 2 pm) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 49,80 dB y un máximo de 91,30 dB.

En relación al comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad de encontrar valores extremos es muy alta, los cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan molesto para los estudiantes, afectando la concentración, rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

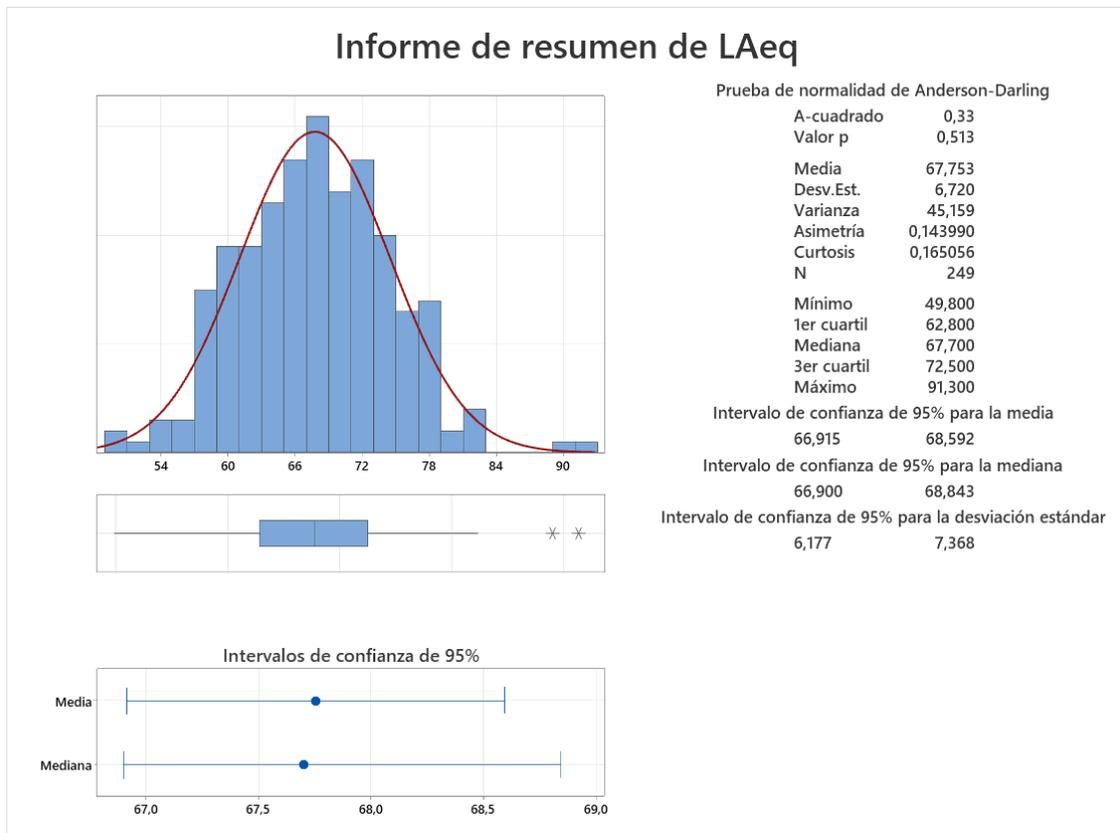
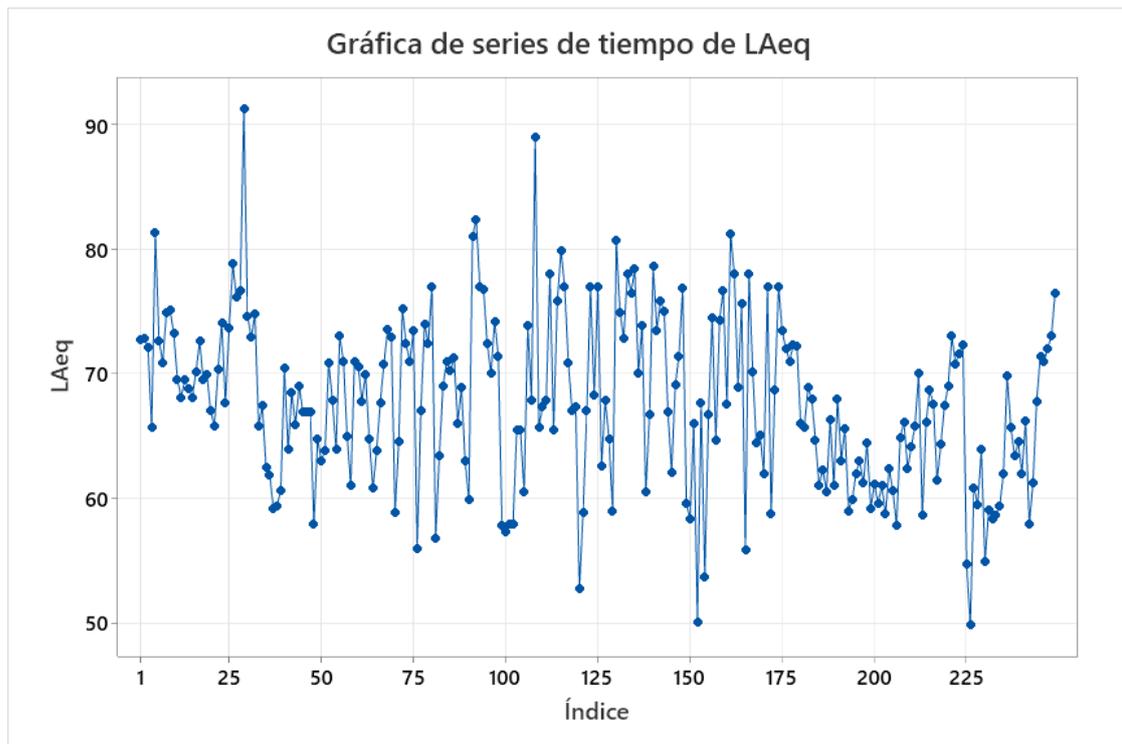


Figura 29-4: Análisis de datos de punto 9 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 6,72; lo que ratifica lo comentado en el párrafo anterior sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se consideramos que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue de 0,51 por lo tanto al ser mayor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos corresponde al comportamiento de una distribución normal, aceptando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
249	67,753	6,720	0,426	(66,915; 68,592)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 3-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 9 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 9, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyos valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que ocho puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados y dos puntos presentaron valores de 50 dB (Gráfico 19-4).

PUNTO 10

En el punto 10, los resultados presentados en la figura 30-4, muestran un valor promedio de 67,75 dB considerando el valor promedio de los horarios analizados en el estudio correspondientes al horario matutino (7-9 AM) y vespertino (12- 2 PM) donde se observaron valores que oscilaron entre un mínimo de 49,80 dB y un máximo de 91,30 dB.

Con respecto al comportamiento de la curva de distribución normal esta evidencia que existió una dispersión de los datos, por lo que la probabilidad encontrar valores extremos es muy altas, los

cuales en el caso de ruido son valores que están por encima del promedio aceptado y que resultan molestos para los estudiantes, afectando la concentración, el rendimiento académico y a largo plazo pudiendo causar problemas de salud auditiva.

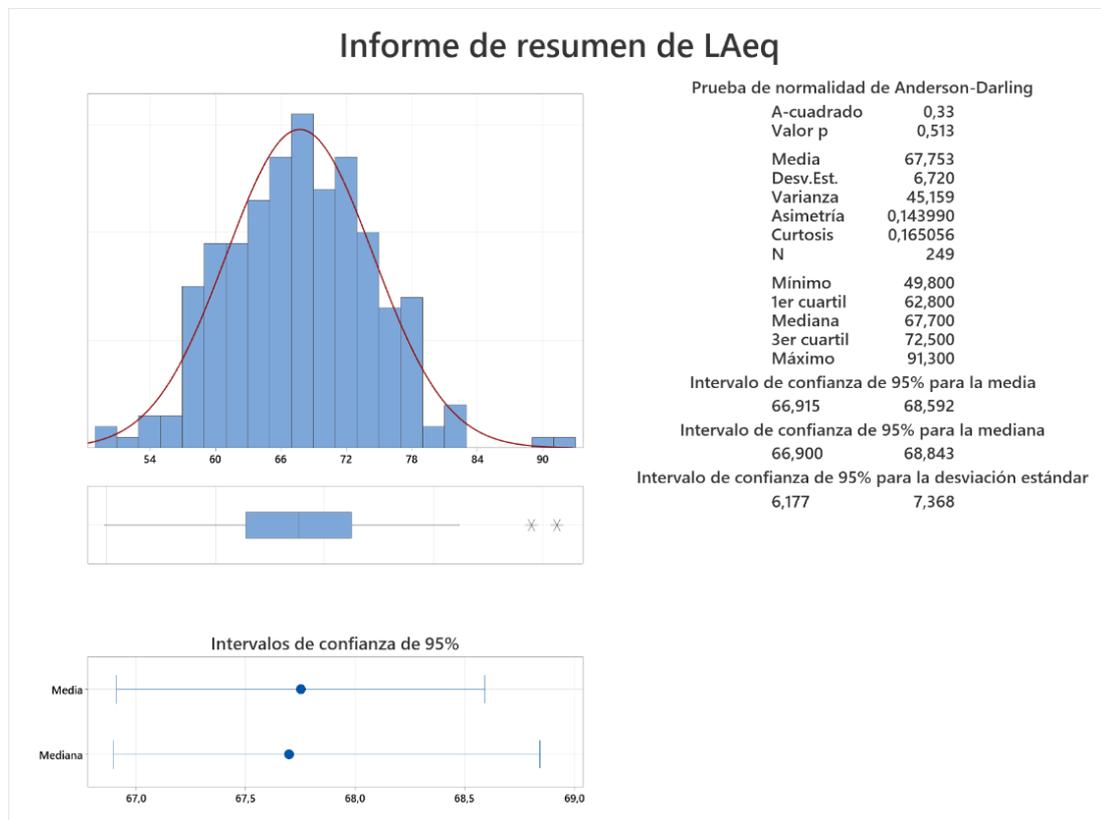
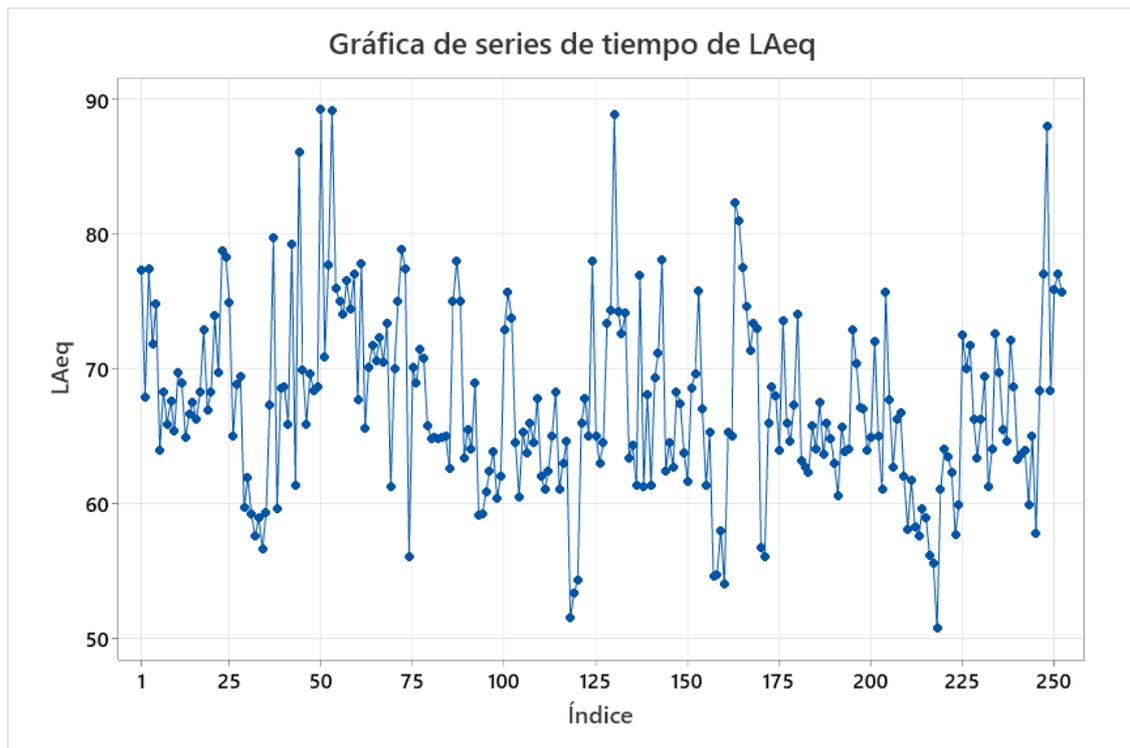


Figura 15-4: Análisis de datos de punto 10 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Con relación a los valores de estadística descriptiva, lo primero que se observa es que a desviación estándar presento un valor de 6,72; lo que ratifica lo comentado en el párrafo anterior sobre la distribución de los datos al observar la curva de normalidad y que refleja una alta dispersión de los mismos, más aún si se consideramos que el valor aceptable de la desviación es 0,2 por lo tanto los valores están muy alejados, indicando una gran diversidad de las notas y aumentando la probabilidad de encontrar ruidos molestos.

Así mismo se encontró que el valor de p fue de 0,51 por lo tanto al ser mayor de 0,05 con un nivel de confianza de 95 % se puede concluir que para este punto el comportamiento de los datos corresponde al comportamiento de una distribución normal, aceptando en este caso la hipótesis nula planteada.



Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
252	67,305	6,798	0,428	(66,461; 68,148)

μ : media de población de LAeq

Gráfico 20-4: Serie del tiempo LAeq del punto punto 10 de la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

En cuanto a la frecuencia de los datos analizados en el punto 10, la mayor frecuencia se encontró en el rango entre 60 dB y 70 dB, seguido de algunos puntos cuyos valores oscilaron entre 70 y 80 dB, mientras que seis puntos superaron los 80 dB, en este caso solamente se deben aplicar medidas de mitigación en aquellos puntos, donde se identificaron en promedio valores críticos más elevados que el resto de los sitios de muestreo analizados (Gráfico 20-4).

4.4. Puntos críticos

Ya conocido los puntos críticos y analizado los datos en cuanto a la frecuencia valores promedios y máximos en cada unidad educativa, es necesario determinar cuales los puntos donde la intensidad de ruido fue mayor, en que horario, así como las interacciones, dado que las variables punto de muestro y horario cumplieron con el supuesto de normalidad de acuerdo con la prueba de Wilk-Shapiro, los datos fueron analizados mediante métodos estadísticos no paramétricos usando la prueba de Kruskal-Wallis, usando un valor de probabilidad de $P < 0,05$, cuyos resultados se describen a continuación.

4.4.1. Escuela María Auxiliadora

En el caso de la escuela María Auxiliadora se encontraron diferencias tanto para interacción puntos-horario y diferencia en función del punto de muestreo, pero no para el caso de la hora en que fue hecho el mismo (Tabla 5-4).

Tabla 5-4: Prueba de Kruskal Wallis de datos obtenidos de medición de contaminación sonora en la unidad educativa María Auxiliadora.

Variable	H	P
Puntos	118,75	<0,0001
Horarios	0,07	0,75
Puntos*horario	173,39	<0,0001

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Para la variable LAeq, la interacción puntos y horario fue altamente significativa ($P < 0,05$), observándose que en los puntos 2,3,4 y 7 la mayor intensidad se produjo en el horario matutino, sin embargo para los puntos 1,5,6,8,9 y 10 la mayor intensidad se produjo en el horario vespertino, encontrado que los valores que superaron los 70 dB se encontraron en los puntos 9 y 10 para ambos horarios, solamente en el punto 7 para el horario matutino y en el punto 5 para el horario vespertino (Figura 31-4).

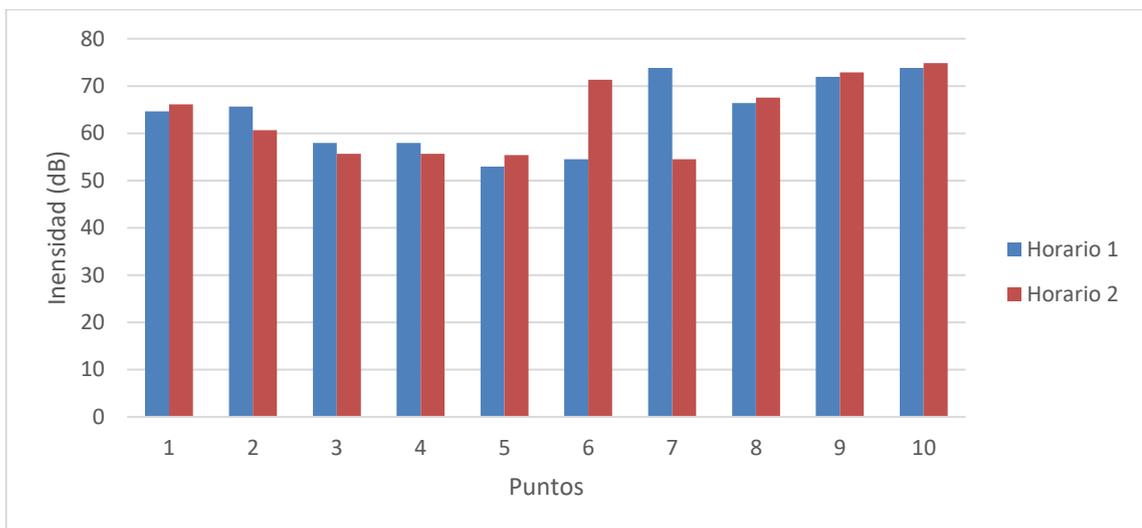


Figura 16-4: Resultados del análisis de datos de contaminación sónica en la Unidad Educativa María Auxiliadora de la Provincia Morona Santiago para variable Laeq.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Cuando se evalúa los datos de manera independientes se observaron diferencia para los puntos de muestreo cuyos resultados se presentan en la tabla 6-4, donde la prueba de Kruskal-Wallis se muestra que los puntos 10 y 9 presentan los valores más altos con 74,3 y 72,40 decibels respectivamente mientras que la menor contaminación se observó en los puntos 3,4 y 5 con 56,81

y 54,19 decibeles respectivamente.

Tabla 6-4: Comparación para la variable LAeq mediante prueba de Kruskal-Wallis en función del punto de muestreo Unidad Educativa María Aux Provincia Morona Santiago

Punto	Media	Grupo homogéneo
10	74,33	D
9	72,40	D
8	66,96	C
1	65,44	BC
7	64,18	BC
2	63,10	B
6	62,92	B
3	56,81	A
4	56,81	A
5	54,18	A

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

4.4.2. Escuela Don Bosco

En el caso de la escuela Don Bosco se encontraron diferencia tanto para interacción puntos-horario y diferencia en función del punto de muestreo, pero no para el caso de la hora en que fue hecho el mismo, estos resultados se pueden observar en la tabla 7-4.

Tabla 7-4: Prueba de Kruskal Wallis de datos obtenidos de medición de contaminación sónica en la Unidad Educativa Don Bosco de la Provincia Morona Santiago.

Variable	H	P
Puntos	76,73	0,0001
Horarios	0,98	0,1589
Puntos*horario	126,51	0,0001

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Para a variable LAeq, la interacción puntos *horario fue altamente significativa ($P < 0,05$), observándose que en los puntos 1,4,7 y 9 la mayor intensidad se produjo en el horario matutino, sin embargo, para los puntos 2,3 5,6,8, y 10 la mayor intensidad se produjo en el horario vespertino, encontrado que los valores que superaron los 70 dB se ubicaron en puntos 9 y 10 para ambos horarios y solamente en el punto 7 para el horario matutino (Figura 32-4).

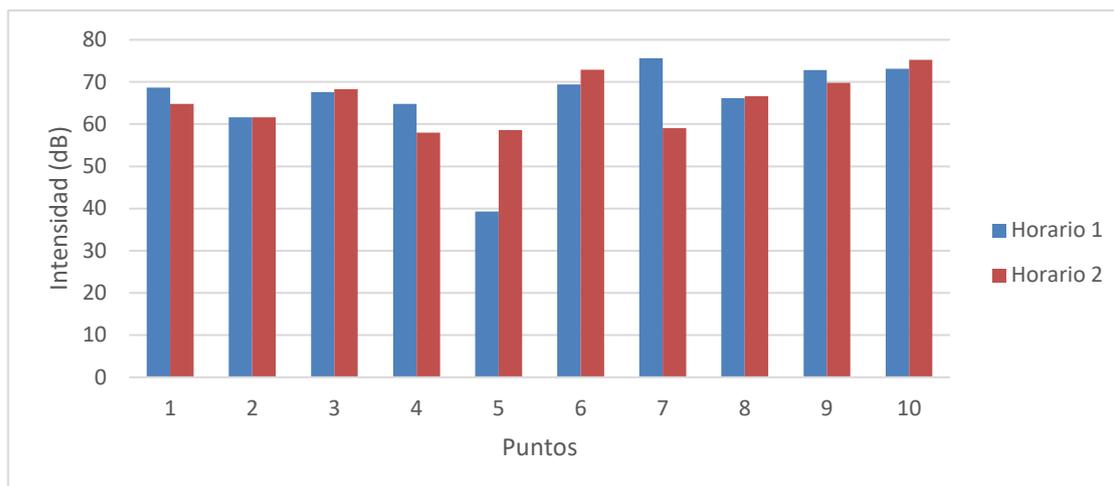


Figura 32-4: Resultados del análisis de datos de contaminación sónica en la Unidad Educativa Don Bosco para variable LAeq interacción punto*horario.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Cuando se evalúa los datos de manera independiente se observaron diferencia para los puntos de muestreo cuyos resultados se presentan en la tabla 8-4, donde la prueba de Kruskal-Wallis muestra que el punto 10 presentan el valor más alto con 74,17 dB mientras que la menor contaminación se observó en el punto 4 y 5 con 60,89 y 58,94 dB respectivamente.

Tabla 8-4: Comparación para la variable LAeq mediante prueba de Kruskal-Wallis en función del punto de muestreo Unidad Educativa Don Bosco, Provincia Morona Santiago

Punto	Media	Grupo homogéneo
10	74,17	E
9	71,31	ED
3	68,01	CD
7	67,33	CD
1	66,71	CD
8	66,39	BCD
6	66,16	BC
2	61,64	AB
4	60,89	A
5	58,94	A

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

Finalmente con los datos obtenidos y los puntos de muestreos seleccionados, se generaron los mapas de ruido con la utilización del Software libre QGIS, observando en la figura 33-4 que en la unidad educativa María Auxiliadora los puntos que generar mayor contaminación sónica, fueron el 10 y el 9 , los cuales se encuentran cercano a las avenidas de mayor tráfico vehicular con valores que superan los 70 dB y se reconocen de color violeta, y los puntos de menor muestreo corresponden a los puntos 3, 4 y 5 alejados de a las vías de circulación y se observaron de color naranja claro con valores menores a 60 dB y están cercanos a una zona de bosque donde no existe

actividad antrópica.

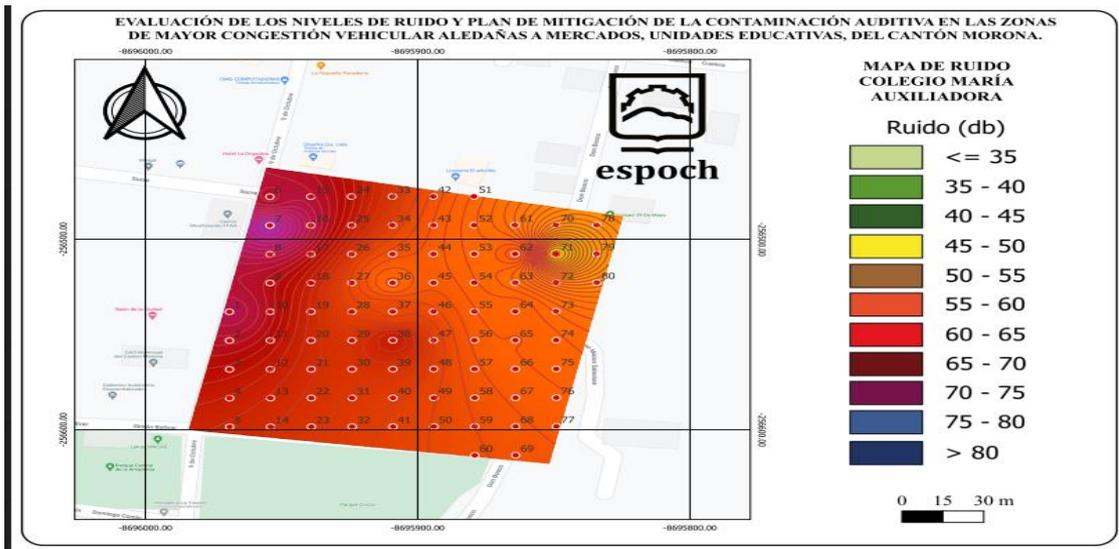


Figura 17-4: Mapas de ruido Unidad Educativa María Auxiliadora obtenido mediante Software libre QGIS a partir de del procesamiento de datos obtenidos en la institución.

Fuente: ESPOCH, 2022

En relación al mapa de ruidos de la unidad educativa Don Bosco (Figura 34-4) la distribución fue similar a la observada en la unidad educativa María Auxiliadora los puntos que generar mayor contaminación sónica, fueron el 10 y el , los cuales se encuentran cercano a las avenidas de mayor tráfico vehicular con valores que superan los 70 dB y se reconocen de color violeta, y los puntos de menor muestreo corresponden a los puntos 4 y 5 alejados de a las vías de circulación y se observaron de color naranja claro con valores menores a 60 dB.

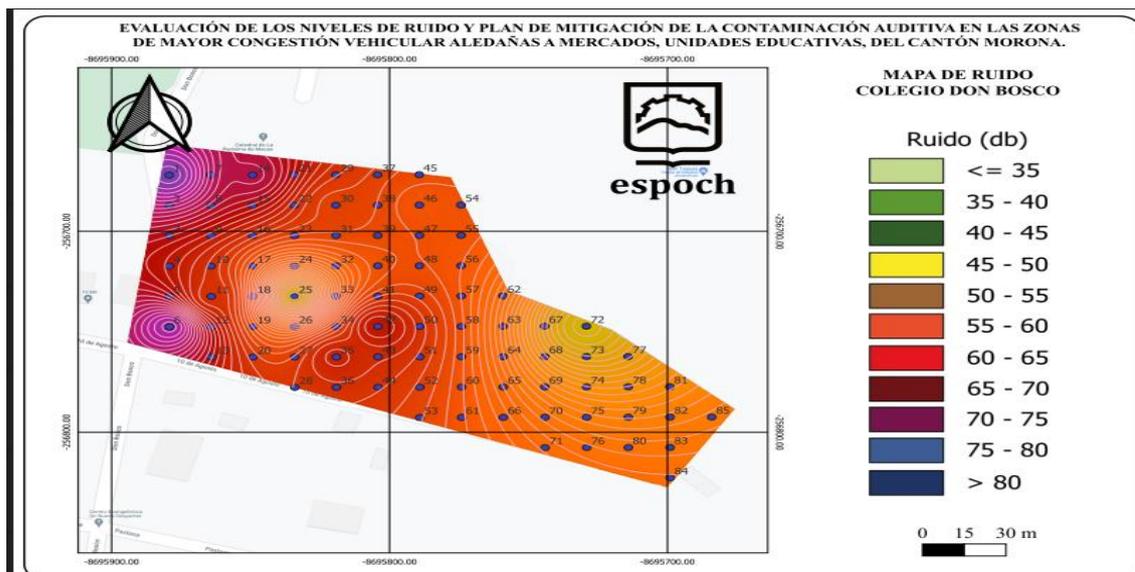


Figura 34-4: Mapa de ruido de la unidad educativa Don Bosco obtenido mediante Software libre QGIS a partir de del procesamiento de datos obtenidos en la institución.

Fuente: ESPOCH, 2022

CAPÍTULO V

5. PLAN DE MITIGACIÓN

5.1. Presentación

Se realizaron estudios de niveles de sonido en dos Unidades Educativas María Auxiliadora y Don Bosco de la ciudad de Macas, teniendo como objetivo el diseño de un plan de mitigación del ruido en el que se considera las actividades que se realizan a diario en la zona como son: el transporte y comercialización. De acuerdo con los datos tomados de la evaluación de los niveles de sonido en los capítulos anteriores del presente trabajo de titulación, se han obtenido valores que superan los límites permisibles de la normativa ambiental.

El plan de mitigación de ruido ambiental ha sido diseñado basándose en los requisitos de la normativa ambiental vigente del libro VI anexo 5, en la que establece límites máximos permisibles de ruido, métodos y procedimientos al igual que disposiciones para la prevención y mitigación de ruido. La norma está amparada por la ley de Gestión Ambiental para prevenir y controlar la contaminación ambiental con el fin de proteger la salud de las personas y del medio ambiente.

5.2. Objetivos

- Disminuir los niveles de ruido en las áreas aledañas a las cuales María Auxiliadora y don Bosco.
- Localizar barreras que impidan la propagación del ruido hacia las áreas interna de las escuelas
- Dotar a los alumnos de equipos de protección frente a la exposición al ruido.
- Diseñar programas de tránsito para disminuir el flujo de vehículos en horas escolares.

5.3. Premisas

Para realizar la propuesta y que la misma sea exitosa se deben establecer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de las instituciones educativas para llevar a cabo la misma, en este caso en la tabla 1-5 se presenta una matriz FODA. Donde se identifican los puntos clave que se deben considerar para la implementación de la misma.

Tabla 4-5: Matriz FODA para la implementación de propuesta de mitigación de ruido en unidades educativas aria Auxiliadora y Don Bosco

<p>Fortalezas: Se identificó puntos críticos Se realizaron mapas de ruidos Se cuenta con equipos de medición Existe una normativa que establece medidas de mitigación de ruidos</p>	<p>Oportunidades: Financiamiento de organismos nacionales Participación de sectores de comunidad educativa. Convenios con organismo de tránsito terrestre Concientización sobre problemática de contaminación sónica</p>
<p>Debilidades: Presupuesto insuficiente Recurso humano escaso para monitoreo Ausencia de medidas legales robustas en casos de contaminación sónica Parque automotor no adaptados a normativas de mitigación de ruidos</p>	<p>Amenazas: Aumento del flujo vehicular Resistencia al uso de equipos de protección Deterioro de equipos de medición Desacato a medidas de mitigación de ruido Atención oportuna de autoridades para el monitoreo y aplicación de normativa legal vigente</p>

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

5.4. Normativa

En zonas educativas los ruidos deben ser menores a 55 dB el cual es superado en casi todos los puntos de muestreo.

En caso de que una fuente de emisión de ruidos desee establecerse en una zona en que el nivel de ruido excede, o se encuentra cercano de exceder los valores máximos permisibles descritos en esta norma, la fuente deberá proceder a las medidas de atenuación de ruido aceptadas generalmente en la práctica de ingeniería, a fin de alcanzar cumplimiento con los valores estipulados en esta norma. Las medidas podrán consistir, primero, en reducir el nivel de ruido en la fuente, y segundo, mediante el control en el medio de propagación de los ruidos desde la fuente hacia el límite exterior o lindero del local en que funcionará la fuente. La aplicación de una o ambas medidas de reducción constará en la respectiva evaluación que efectuará el propietario o representante legal de la nueva fuente.

Considerando este apartado de las normativas se sugieren las siguientes medidas:

- Atenuar el ruido al interior mediante barreras aislante tanto en el exterior como en las aulas de clases.
- Restringir el fujo vehicular en las calles aledañas en las horas de actividad escolar.
- La entidad Ambiental de Control podrá señalar o designar en ambientes urbanos, los tipos de vehículos que no deberán circular, o deberán hacerlo con restricciones en velocidad, horario, en calles, avenidas o caminos, en que se determine los niveles de ruido, debido

a tráfico exclusivamente, superen los siguientes valores: nivel de presión sonora equivalente mayor a 65 dBA en horario diurno, y 55 dBA en horario nocturno.

- Controlar el uso innecesario de bocinas de cualquier vehículo de motor en las vías públicas, en áreas escolares o residenciales, excepto en los casos que sea como señal de advertencia de peligro o emergencias.

5.5. Descontaminación del ruido ambiental

Se entiende como Plan de Descontaminación por Ruido a un documento diseñado que con el fin de identificar, seleccionar y orientar las acciones hacia un objetivo definido: mejorar las situaciones de contaminación por ruido, entendiendo como tal las que ocurren por la superación de los niveles máximos permisibles de ruido ambiental en una determinada zona.

5.5.1. Estudio preliminar

En esta fase se debe estudiar el estado de contaminación por ruido existente en el municipio, teniendo en cuenta los marcos legales vigentes y los suministros de información disponible por parte de la autoridad ambiental del municipio dentro de los que se destacan los mapas estratégicos de ruido, acciones desarrolladas, problemáticas identificadas, quejas recibidas y acuerdos ejecutados.

5.5.2. Programas de descontaminación por ruido

La serie de medidas que se deben formular y desarrollar deben surgir de esta investigación y basándose en las experiencias realizadas a nivel mundial para combatir la contaminación acústica y de jornadas de trabajo por área realizadas con los sectores del Municipio.

Una adecuada gestión del ruido urbano debe incluir las siguientes tareas:

- ✓ Vigilar la exposición de los estudiantes y docentes al ruido.
- ✓ Mitigar la inmisión en ambientes de ruido tanto en áreas externas como internas
- ✓ Considerar las consecuencias del ruido cuando se planifican sistemas de transporte y usos del terreno.
- ✓ Introducir sistemas de vigilancia para los efectos adversos sobre la salud relacionados con el ruido en especial a aquellos que puedan alterar la conducta y rendimiento académico de los estudiantes.
- ✓ Evaluar la efectividad de las políticas sobre la reducción del ruido.
- ✓ Adoptar medidas preventivas para el desarrollo sostenible de los ambientes acústicos.

5.5.3. Antecedentes

Con el objetivo de lograr consenso en cuanto a la problemática del ruido, a sus estrategias de reducción y mitigación y las normas que reglamentan el tema, la Comunidad Europea elaboro un documento llamado “Libro Verde de la Comisión Europea sobre Política Futura de Lucha Contra el Ruido” (1996), donde se concluye que los países miembros deben implementar no sólo medidas de control sobre las fuentes emisoras, sino también acciones para la prevención y reducción de los niveles de ruido ambiental.

Las regulaciones para la mitigación de ruido de tráfico en carreteras se encuentran contenidas en el Título 23 del United States Code of Federal Regulations Part 7726. Las regulaciones requieren los siguientes pasos durante la planificación y el diseño de un proyecto de carreteras: 1) identificación de los impactos del ruido del tráfico, el examen de posibles medidas de mitigación, 2) la incorporación de medidas de reducción de ruido posible y razonable, en el proyecto de la autopista, y 3) la coordinación con los funcionarios locales a proporcionar información útil sobre la compatibilidad de la ordenación territorial y de control.

En Colombia, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) es el ente público del orden nacional rector en materia ambiental. Esta entidad, en lo referente a la función de determinar las normas ambientales mínimas y las regulaciones de carácter general aplicables a todas las actividades que puedan producir de manera directa o indirecta daños ambientales, y dictar regulaciones de carácter general para controlar y reducir la contaminación atmosférica en el territorio nacional, expidió en 2006 la resolución 0627 “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”

En Ecuador Marín (2015, p. 118) elaboro un plan de mitigación para poder controlar el ruido el Mercado de Productores Mayorista de la ciudad de Ambato, cuya finalidad es brindar soluciones para minimizar y controlar el ruido que es generado en este lugar, en base a capacitaciones sobre prevención del ruido ambiental y actividades para la disminución como la restauración de vías y revisiones vehiculares.

5.5.4. Plan de acción

El plan de acción contempla acciones que van desde la prevención y el monitoreo, para la mitigación entre las acciones a tomar (figura 1-5).



Figura 1-5: Plan de acción para mitigación para la prevención de ruidos.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022.

Algunas medidas del plan de acción fueron tomadas previamente y sirven como insumos para el plan de acción como son: la identificación de los puntos críticos, producto de la medición en varios sitios de muestreo de ambas unidades educativas en los horarios matutino y vespertinos, lo cual permitió generar un mapa de ruido en el cual se pueden generar acciones puntuales como son el uso de barreras aislante en los puntos de mayor ruido y la dotación de equipos de protección de estudiantes la ser usado en periodos críticos en la zonas de menor intensidad sonora.



Figura 2-5. Colocación de barreras aislante y equipos de protección auditivo.

Las cuáles serán colocadas en ambas escuelas en los siguientes puntos críticos que se presentan en la tabla 2-5.

Tabla 2-5: Lugares de escuelas donde se deben llevar a cabo medidas de mitigación de ruidos.

Escuela	Barreas aislante	Equipos de protección
María Auxiliadora	10,9	8,1,7,2,6
Don Bosco	10,9	3,7,1,8, 6,2, 4

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022

5.5.4.1. Plan de disminución de ruido por fuentes móviles

Dado que el ruido es emitido generalmente por automóviles en áreas aledañas a las escuelas, las medidas a tomar serán basadas de acuerdo con la normativa nacional vigente (figura 3-5).



Figura 3-5: Plan para disminuir las fuentes de ruido.

Realizado por: Chacón, Patricia, 2022.

5.5.4.2. Información general del procedimiento

a) Objetivos

Socialización de los resultados del mapa de ruido, de la información obtenida en el presente estudio de una manera didáctica y pedagógica.

Realizar campañas de sensibilización en donde se resalten los problemas que pueden causar los altos niveles de ruido.

Capacitación y sensibilización. Fomentar la educación ambiental en instituciones educativas y grupos ambientales

Adopción de las medidas técnicas y legales para la mitigación de ruidos en las áreas internas y externas de las instituciones educativas María Auxiliadora y Don Bosco.

b) Alcance

Lograr que en las unidades educativas María Auxiliadora y Don Bosco un el buen ambiente ocupacional ante la amenaza que generan altos niveles de ruido y capacitar a los directivos y trabajadores en técnicas que contribuyan a la disminución de los niveles de ruido, que se refleje a largo plazo en el mantenimiento de la salud auditiva, psíquica y el rendimiento académico y que este plan de mitigación pueda ser extrapolado y servir como plan piloto a otras instituciones educativas de la provincia de Morona Santiago.

5.5.4.3. *Condiciones generales*

- ✓ Se contarán con estaciones fijas de monitoreo.
- ✓ Se capacitará al recurso humano para la realización de las mediciones.
- ✓ Se tendrá apoyo gubernamental para aplicación de la normativa.
- ✓ Se apoya con financiamiento para la compra de equipos
- ✓ Se dispondrá de un horario para la capacitación y concientización de los miembros de la comunidad educativa sobre los problemas de contaminación auditiva.

5.5.4.4. *Actividades para la minimización del ruido proveniente de fuentes móviles*

- ✓ Monitorear los niveles de contaminación acústica posterior a la implementación del plan de mitigación.
- ✓ Llevar el control y cumplimiento de la normativa implantada y plan de manejo aprobado.
- ✓ Revegetar mediante siembra de árboles de la especie *Guazuma ulmifolia* para definir una barrera vegetal que sirva de área de amortiguamiento del ruido generado, para minorar los costos que representan las barreras artificiales.
- ✓ Prevenir el aumento o aparición de nuevos focos de contaminación acústica, restringiendo el tránsito vehicular en las zonas aledañas a las unidades educativas.
- ✓ Realizar jornadas de despistaje de problemas auditivo en estudiantes y docentes.
- ✓ Dotar a los estudiantes de equipos de protección auditiva.
- ✓ Concientizar la comunidad educativa sobre los riesgos psicosociales producidos por la contaminación sónica.

CAPÍTULO VI

6. Discusión

Los resultados fueron similares a los encontrados por Rodríguez (2018, p. 146) quien realizó una investigación en la ciudad de Tena, Ecuador acerca de la contaminación acústica existente, identificando 48 espacios de monitoreo, los cuales fueron comparadas con los niveles máximos de ruido que se encuentran en la normativa ecuatoriana, y, esto dio como resultado que el 92% de los espacios que fueron monitoreados no cumplen con los valores estipulados en la normativa, mientras que el 8% acatan la norma, señalando que este cumplimiento se da en el lapso de la noche, mientras que en la mañana varía, ya que en estas horas hay mayor emisión de ruido.

Román (2018) evaluó los niveles de ruido ambiental emitidos en el casco urbano de la ciudad de Tarija-Bolivia, haciendo comparaciones entre el nivel de ruido ambiental con el límite permisible definido por el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, teniendo como resultados que el 39 % de las mediciones realizadas excede los 68 dB con valores que están de 65 a 75 dB. En términos generales se puede afirmar que las emisiones del ruido en centros urbanos provienen de dos fuentes, las fuentes móviles, conformadas por el tráfico de vehículos motorizados, y las fuentes fijas, conformadas por industrias locales, comercios, algunas actividades domésticas como el uso de equipos de sonido de alta potencia y demás. Aquellas que generan mayor emisión por su constante y elevada presencia son las fuentes móviles (Barreto Gómez & De León Barrios, 2009), y en conjunto con las fuentes fijas son las causantes de que el 50% de la población europea (Matus et al., 2017, p. 798).

Se tiene establecido que el ruido admisible al que una persona puede estar expuesta es representado por la energía sonora total, que va depender de la intensidad, duración y frecuencia de la onda, y es considerado como el equivalente a 85 dB durante un máximo de 8 horas al día o 100 dB durante 15 min al día según la Organización Mundial de la Salud (Berglund et al., 1999, p. 20), aunque esos valores fueron alcanzado en algún momento en algunos de los puntos muestreados de las Unidades Educativas, no se mantuvieron constante durante un periodo de 8 horas, sin embargo es necesario aplicar medidas de mitigación para evitar el agravamiento de esta problemática.

En los grandes centros urbanos la contaminación acústica es uno de los principales problemas de salud por el daño auditivo y efectos que genera sobre ser humano, convirtiéndose en un tema de salud pública (Valdez et al 2020), puede ocasionar la pérdida auditiva a la población que vive dentro de ellos (Gray, 2017).

En la actualidad los vehículos constituyen la principal fuente de ruido en las ciudades; aproximadamente el 80 % del ruido que se produce en ellas es ocasionado por el tránsito vehicular. Esto debido a que en la década de los sesenta se ha producido un aumento exponencial de los vehículos de transporte y de su utilización, que ha generado un incremento de los niveles

de ruido en los ambientes exteriores, principalmente en los núcleos urbanos (Ocampo et al., 2018). El ruido que se genera por el tráfico se ve influenciado por el incremento de la velocidad, deterioro del vehículo y la superficie de rodamiento, como adoquines, concreto y asfalto, además influye el volumen vehicular y tipos de vehículos de acuerdo a su clasificación (Ramos et al., 2012), con el agravante que en algunos puntos de las Unidades Educativas María Auxiliadora y Don Bosco el valor de las emisiones que se obtuvo está en el orden de los 70 dB, el cual está dentro de lo recomendado por la OMS para ruido por tráfico vehicular, aunque en general, los organismos internacionales en materia acústica recomiendan que el sonido ambiental no supere los 55 dB.

El comportamiento observado en las Unidades Educativas María Auxiliadora y Don Bosco es similar al observado en el informe presentado por Junta de Galicia en el 2021, que señala que en las estaciones más afectadas por el ruido antropogénico (estaciones situadas en calles céntricas de las ciudades o carreteras de salida) los valores son altos y constantes todo el día, mientras que en las estaciones urbanas situadas en lugares de menor ruido por actividad humana los niveles son más aceptables aunque con picos especialmente por la noche. Comparativamente a lo recomendado: son altos en las zonas de tráfico intenso (y de manera frecuente y sobre todo en horario nocturno); óptimos en zonas verdes (salvo casos muy puntuales, aunque con afección); mientras que tanto en las zonas residenciales como en las de especial protección los niveles de ruido son moderados y aceptables (únicamente dándose niveles elevados en episodios festivos o debido a fenómenos climatológicos).

Guzmán et al. (2015) en un estudio realizado con el objetivo de evaluar el impacto sonoro para mitigar la contaminación sonora en una Institución Educativa en la ciudad de Lima, encontraron que la distribución espacial del ruido demostró que la fuente principal de ruido se ubicaba al oeste del colegio con 70 dBA, la cual se distribuye y acumula al norte del colegio. Al norte del colegio se identificó el aula con mayor ruido en interiores con 65.3 dBA. Los resultados de las mediciones luego de instalar la medida mitigadora demostraron que el ruido se redujo en 14,1% lo que equivale a 9 dBA de reducción de ruido al interior del aula seleccionada.

CONCLUSIONES

Se identificaron los puntos críticos de ruido en el área de estudio, encontrando los puntos con mayor contaminación sónica en las vías de comunicación con mayor tráfico vehicular, donde los valores de LAeq superaban los 70 dB, en el caso de las Unidad Educativa Don Bosco la ubicación cerca de un área boscosa redujo la contaminación sónica en los puntos aledaños a ese punto.

Al realizar un análisis estadístico de los datos obtenidos para verificar el cumplimiento a la normativa ambiental se encontró que en las unidades educativas bajo estudios tenían puntos considerados como críticos, encontrándose valores entre 65 y 80 dB, los cuales causan molestia, pero sin afectar la salud, sin embargo, estas molestias pudiesen incidir sobre la conducta y rendimiento académico de los alumnos.

En las unidades educativas bajo estudio se generaron mapas de ruido con la utilización del Software libre QGISm, encontrando que los puntos críticos con ruidos molestos que representan menos del 10 % del total del área muestreada y que se ubican hacia las zonas de las escuelas que limitan con las vías de comunicación con mayor tráfico y áreas con mayor densidad poblacional.

Se diseñó un plan de mitigación para las Unidades Educativas Fiscomisionales “Don Bosco” y María Auxiliadora del Cantón Morona para reducir el efecto perjudicial de ruidos molestos, la cual se basó en colocar barreras protectoras para asilar loas áreas de mayor contaminación sónica, ubicada en los mapas de ruido y dotar a los estudiantes de equipos de protección para protegerlo de los ruidos molestos en especial en los horarios críticos.

RECOMENDACIONES

Correlacionar los datos de contaminación sónica con el rendimiento académico de los estudiantes de ambas unidades educativas.

Hacer una evaluación de la salud auditiva de docentes y alumnos.

Realizar encuestas para conocer la percepción de los estudiantes sobre los efectos adversos de los ruidos molestos.

Compara los resultados con la contaminación sónica de otras unidades educativas cercanas.

Repetir las mediciones después de implementadas las medidas de protección auditiva.

Registra la frecuencia de tráfico vehicular en las áreas de mayor contaminación sónica.

Establecer convenio con el instituto de tránsito para establecer medidas de contingencia para reducir el tráfico vehicular en las horas que más afectan el desempeño estudiantil.

BIBLIOGRAFÍA

AISLO. Tipos de Sonómetros. 2021. [En línea] [Citado el: 30 de abril de 2022.]. Disponible en: <https://www.aislo.com/tipos-de-sonometros/>

ALFIE COHEN, Miriam; SALINAS CASTILLO, Osvaldo. “Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable”. *Estudios demográficos y urbanos*, 2017, vol. 32, no 1, p. 65-96. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/educm/v32n1/2448-6515-educm-32-01-00065.pdf>

ALLPE. *¿A qué equivalen los diferentes niveles de decibelios?* 2021, [En línea] [Citado el: 30 de abril de 2022.]. Disponible en: <https://www.allpe.com/wp-content/uploads/2018/06/NIVELES-DE-RUIDO.jpg.webp>

ALONSO DÍAZ, Juan Antonio. “Resultados de la aplicación del protocolo de ruido en trabajadores expuestos a un nivel de ruido continuo diario equivalente igual o superior a 85 decibelios (A)”. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 2014, vol. 60, no 234, p. 9-23.

AMABLE ÁLVAREZ, Isabel, et al. “Contaminación ambiental por ruido”. *Revista Médica Electrónica*, 2017, vol. 39, no 3, p. 640-649. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1684-18242017000300024

AMABLE ÁLVAREZ, Isabel, et al. “Contaminación ambiental por ruido”. *Revista Médica Electrónica*, 2017, vol. 39, no 3, p. 640-649. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000300024

AMERICANEAR. *Protección auditiva personalizada.* [En línea] [Citado el: 30 de abril de 2022.]. Disponible en: <https://www.americanear.cl/proteccion-auditiva.html>

ARCOS, Carlos Burgos; NARVÁEZ, René Parra. “Determinación de la Contaminación Acústica en la Zona Centro de la Ciudad de Ambato”. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 2012, vol. 1, no 1, p. 51-58.

ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR. Constitución de la República del Ecuador. Iusrectusecart, 2008. 449, 1–219. Disponible en: <https://bde.fin.ec/wp-content/uploads/2021/02/Constitucionultimodif25enero2021.pdf>

ASOCIACIÓN MÉDICA MUNDIAL, Declaración de la Asociación Médica Mundial sobre la Contaminación Acústica. 2020. Disponible en:

<https://www.comsor.es/pdf/europa/237/237%20%20%20Contaminacion%20Acustica%20oct%202007.pdf>

ÁVILA, Pablo; MONCAYO, Luis Bravo. “Relación entre la exposición al ruido ambiental y la molestia que ocasiona en aulas de educación media en Quito, Ecuador”. *SONAC*, 2016, vol. 5, no 1, p. 6-11. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283579408_Relacion_entre_la_exposicion_al_ruido_ambiental_y_la_molestia_que_ocasiona_en_aulas_de_educacion_media_en_Quito_Ecuador

AYALA CENTENO, Jazmín Estefanía; PULE MÉNDEZ, Kimberly Solange. Evaluación de la contaminación acústica de la zona comercial de la ciudad de Ibarra, Ecuador. 2020. Tesis de Licenciatura. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10798>

BALÓN, Ayda De La Cruz, et al. “Bioestabilización de excretas avícolas mediante microorganismos eficientes para el control de la contaminación ambiental”. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT* ISSN: 2588-0721, 2019, vol. 4, no 1, p. 32-39. Disponible en: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/1943>

BERMEO, D. K. 2020. Determinación De La Contaminación Acústica Proveniente Del Mercado La Unión En Macas y La Incidencia En Sus Alrededores. Escuela Superior Politecnica del Chimborazo. 2020. pág. 110, Trabajo de grado. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14066/1/236T0479.pdf>

CANTOR CUTIVA, Lady Catherine; MUÑOZ SÁNCHEZ, Alba Idaly. “Condiciones acústicas de las aulas universitarias en una Universidad pública en Bogotá”. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 2009, vol. 55, no 216, p. 26-34. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v55n216/original2.pdf>

COELLO, Fausto, et al. “¿Son los tapones auditivos eficaces para prevenir los efectos de la contaminación auditiva mediante la atenuación sonora?”. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas (Quito)*, 2017, vol. 42, no 1, p. 108-113. Disponible en: <https://www.academia.edu/download/68128206/1478.pdf>

COMAUDI-INDUSTRIAL. 2021. [En línea] [Citado el: 30 de abril de 2022.]. Disponible en: <https://www.comaudi-industrial.com/division-industrial/soluciones/caseta-acustica/>

DA SILVA, André Coelho; SCHULZ, Bleinroth. Telefone Com Diapasão: Uma Das Patentes De Alexander Graham Bell. 2009.

DELGADO MARTÍNEZ, Julia. “Elaboración del mapa de ruido del área urbana de la Ciudad de Cuenca–Ecuador, empleando la técnica de interpolación geoestadística Kriging ordinario”. *Ciencias Espaciales*, 2015, vol. 8, no 1, p. 411-440. Disponible en: <https://www.lamjol.info/index.php/CE/article/download/2059/1854>

DENISOV, E. I.; SUVOROV, G. Medición del ruido y evaluación de la exposición. JM Stellman, M. McCann y L. Warshaw. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*, 2001, p. 476-478.

ECHEVARRÍA-CRUZ, Ángel; DE LA CARIDAD ARENCIBIA-ÁLVAREZ, Mónica. “El ruido como factor causante de hipoacusia en jóvenes y adolescentes”. *Universidad Médica Pinareña*, 2020, vol. 16, no 2, p. 1-9. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=638266622014>

ECOAKUSTICA. *Características de las barreras acústicas*. 2021. [En línea] [Citado el: 30 de abril de 2022.]. Disponible en: <https://ecoacustika.com/que-son-las-barreras-acusticas-y-como-funcionan/>

ENSHASSI, Adnan; KOCHENDOERFER, Bernd; RIZQ, Ehsan. “Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción”. *Revista ingeniería de construcción*, 2014, vol. 29, no 3, p. 234-254. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000300002>

EUOPEANACUSTICA. *La importancia del uso de materiales acústicos*. 2018. [En línea] [Citado el: 30 de abril de 2022.]. Disponible en: <https://www.europeanacustica.com/aislamiento-acustico/la-importancia-del-uso-de-materiales-acusticos>

FAROOQI, Zia Ur Rahman, et al. “Evaluación de la contaminación acústica y sus efectos sobre la salud humana en el centro industrial de Pakistán”. *Investigación de la ciencia ambiental y la contaminación*, 2020, 27.3: 2819-2828. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07105-7>

FERNÁNDEZ-D´ POOL, Janice; BUTRÓN, Jorge; COLINA-CHOURIO, José. “Efecto del ruido sobre la presión arterial en trabajadores de una empresa petrolera venezolana”. *Investigación clínica*, 2010, vol. 51, no 3, p. 301-314. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3729/372937681002.pdf>

GARCÍA MILLÁN, Luis. *Los 5 mejores aislantes acústicos para pared en 2022*. 2022. [En línea] [Citado el: 30 de abril de 2022.]. Disponible en: <https://luisgarciamillan.es/los-5-mejores-aislantes-acusticos-para-pared/>

GONZÁLEZ SÁNCHEZ, Yamile; DÍAZ, FERNÁNDEZ Yaíma. “Efectos de la contaminación sónica sobre la salud de estudiantes y docentes, en centros escolares”. *Revista cubana de Higiene y Epidemiología*, 2014, vol. 52, no 3, p. 402-410. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubhigepi/chi-2014/chi1431.pdf>

GROSJEAN, L.; LODI, R.; RABINOWITZ, J. “Noise and ‘pedagogic efficiency’ in school activities”. *Experientia*, 1976, vol. 32, no 5, p. 575-576. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/BF01990170>

HERNÁNDEZ, DAVID ROCHA. Sonómetro digital. Ciudad de México: Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 2012. Disponible en: https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2016-08-06_03-36-42135937.pdf

HUAMANTUMBA, Grethel Silva, et al. Contaminación auditiva en los centros de diversión y la vulneración del derecho a vivir en morales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2021, vol. 5, no 5, p. 8228-8245. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/902>

IDEAM. Documento soporte norma de ruido ambiental. Bogotá. 2016. [En línea] [Citado el: 30 de abril de 2022.]. Disponible en: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023770/Boletin_Ruido_Ambiental.pdf

INSTITUTO AUDITIVO SALESA. Niveles de contaminación acústica en la ciudad. Abril, 11 del 2018. [En línea] [Citado el: 30 de abril de 2022.]. Disponible en: https://www.saleasa.es/es/noticias/niveles-de-contaminacion-acustica-en-la-ciudad/_noticia:136/

KRISTIANSEN, Jesper, et al. “A study of classroom acoustics and school teachers’ noise exposure, voice load and speaking time during teaching, and the effects on vocal and mental fatigue development”. *International archives of occupational and environmental health*, 2014, vol. 87, no 8, p. 851-860. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00420-014-0927-8>

LEY ORGÁNICA DE SALUD. Ley Orgánica de Salud del Ecuador. Plataforma Profesional de Investigación Jurídica, (2015). Registro O, 13. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/LEY-ORGÁNICA-DE-SALUD4.pdf>

LIRA-CAMARGO, Zoila R.; ALFARO-CRUZ, Sarela C.; VILLANUEVA-TIBURCIO, Juan E. “Contaminación sonora en la ciudad de Barranca-Lima-Perú”. *Investigación Valdizana*, 2020, vol. 14, no 4, p. 213-219. Disponible en: <https://doi.org/10.33554/riv.14.4.744>

MAMANI VALDEZ, Antuanne Mariela; MENDOZA AQUINO, Marisol. “Contaminación acústica y su percepción ambiental en la comunidad educativa del Cercado de Tacna, 2019”. *Ingeniería Investiga*, 2020, vol. 2, no 01, p. 254-264. Disponible en: <https://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/ingenieria/article/download/295/266>

MARTÍNEZ MORA, Carolina Jannese. Evaluación de la contaminación acústica en el Terminal Terrestre del cantón Morona, ciudad Macas mediante la identificación de niveles de presión sonora. 2019. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/13196/1/236T0455.pdf>

MARTÍNEZ SANDOVAL, Avelino. “Ruido por tráfico urbano: conceptos, medidas descriptivas y valoración económica”. *Revista de Economía & Administración*, 2005, vol. 2, no 1. Disponible en: <https://revistas.uao.edu.co/ojs/index.php/REYA/article/download/285/257>

MATUS, Wendy Guadalupe Gutiérrez, et al. “Evaluación de la contaminación acústica en dos centros de educación inicial en la ciudad de Bluefields”. *Nexo Revista Científica*, 2020, vol. 33, no 2, p. 795-807. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/nexo.v33i02.10810>

MAUROLAGOITIA, Jesús M^a Ibarluzea; PADILLA, Isabel Larrañaga; SOLOAGA, Itziar Aspuru. Percepción del ruido por la población residente en el entorno de la bahía de Pasaia (Guipúzcoa). *Revista de Salud Ambiental*, 2004, vol. 4, no 1-2, p. 61-68.

MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR. Acuerdo Ministerial 097-A, 2015. Libro VI, Anexo 4, 184. Disponible en: http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112183.pdf%0Ahttp://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/images/Secretaria_Ambiente/red_monitoreo/informacion/norma_ecuato_calidad.pdf

MURPHY, Enda; FAULKNER, Jon Paul; DOUGLAS, Owen. “Current state-of-the-art and new directions in strategic environmental noise mapping”. *Current Pollution Reports*, 2020, vol. 6, no 2, p. 54-64. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.11.006>

NAVARRO CARDOSO, Fernando. El delito de contaminación acústica. Tirant lo Blanch, 2021.

OCAMPO, Raquel Hernández, et al. “El ruido vehicular: un problema de contaminación en la ciudad de Loja, Ecuador”. *CEDAMAZ*, 2018, vol. 8, no 1, p. 9-14. Disponible en: <http://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/547>

ORDAZ CASTILLO, Elena et al. Efecto de la exposición a ruido en entornos laborales sobre la calidad de vida y rendimiento. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 2009, vol. 55, no 216, p. 35-45.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2021. Contaminación del aire ambiente (exterior). [En línea]. 21 de septiembre de 2021. [Citado el: 1 de abril de 2022.] Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

OSEJOS MERINO, Miguel Ángel. “Análisis de la incidencia de la planificación urbanística en la contaminación acústica de la ciudad de Jipijapa, Ecuador”. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 2015, vol. 18, no 36. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/12145>

PILLCO JIMÉNEZ, Víctor Orlando; ARTEAGA CEDEÑO, Luis. Propuesta de barreras físicas para retención de ruidos en el parque Clemente Yerovi de la cdla. Kennedy de la ciudad de Guayaquil. 2017. Tesis de Licenciatura. Guayaquil: ULVR, 2017. Disponible en: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2532>

PLATZER, Usbeth, et al. “Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile”. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 2007, vol. 67, no 2, p. 122-128. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48162007000200005>

QUISPE MAMANI, Julio Cesar, et al. “Impacto de la contaminación sonora en la salud de la población de la ciudad de Juliaca, Perú”. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2021, vol. 5, no 1, p. 311-337. Disponible en: <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/228>

RAMÍREZ, Meregildo Silva; PRIETO, Rafael Damián Villón; PACHECO, María Isabel Izquierdo. “Plan estratégico multisectorial para la reducción de la contaminación acústica por ruido vehicular en la ciudad de Chachapoyas”. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 2020, vol. 4, no 2, p. 43-51. DOI:10.25127/aps.20202.559

RODRÍGUEZ MANZO, Fausto E.; JUÁREZ GONZÁLEZ, Leticia. “Exploración cualitativa sobre el ruido ambiental urbano en la Ciudad de México”. *Estudios demográficos y urbanos*, 2020, vol. 35, no 3, p. 803-838.

ROMÁN, Gabriela. “Evaluación de los niveles de ruido ambiental en el casco urbano de la ciudad de Tarija, Bolivia”. *Acta Nova*, 2018, vol. 8, no 3, p. 421-432. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v8n3/v8n3_a09.pdf

ROMERO DUQUE, Gustavo Andrés; ACERO CALDERÓN, Jairo; JAIMES BECERRA, Marcela. “Generación de mapas de ruido (industrial) desde sistemas de información geográfica. Un acercamiento desde la literatura”. *tecnura*, 2016, vol. 20, no 49, p. 152-166. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a10>

SABOGAL BARBOSA, Maritza Edilma, et al. Medición y gestión para el control del ruido en la industria. 2018, p. 47. Disponible en: <http://caoba.sanmateo.edu.co/jspui/bitstream/123456789/155/3/L-50%20Tomo%202-262-308.pdf>

SÁNCHEZ BAYLE, Marciano; MARTÍN MARTÍN, Raquel; VILLALOBOS PINTO, Enrique. “Impacto de la contaminación ambiental en los ingresos hospitalarios pediátricos: estudio ecológico”. *Pediatría Atención Primaria*, 2019, vol. 21, no 81, p. 21-29. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322019000100003

SANDOVAL, Avelino Martínez. “Ruido por tráfico urbano: conceptos, medidas descriptivas y valoración económica”. *Revista de Economía & Administración* E-ISSN 2463-1035 ISSN 1794-7561, 2005, vol. 2, no 1. Disponible en: <https://revistas.uao.edu.co/ojs/index.php/REYA/article/download/285/257>

SEGUÉS ECHAZARRETA, Fernando. Índices del ruido ambiental y aspectos normativos. 2008. [En línea] [Citado el: 30 de abril de 2022.] Disponible en: <https://static.eoi.es/savia/documents/componente45680.pdf>

SEGUÉS, Echazarreta Fernando. Estrategia de elaboración de un mapa de ruido. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), 2005, vol. 20.

SUÁREZ, Caridad M. Viltres; PÉREZ, Maira Caridad Cedeño; FERNÁNDEZ, María Elena Feijoo. “La contaminación sónica como parte de la educación ambiental para el desarrollo sostenible (Revisión)”. *Roca. Revista científico-educacional de la provincia Granma*, 2021, vol. 17, no 2, p. 263-280. Un reproductor de música al máximo nivel genera niveles de ruido de 105 decibeles

SUÁREZ, Luis; ESPINOSA, María Del Mar. “Dispositivo de medición de bajo coste para la determinación de propiedades de aislamiento acústico”. *Revista de acústica*, 2020, vol. 51, no 1, p. 11-19. Disponible en: http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/02_17.pdf

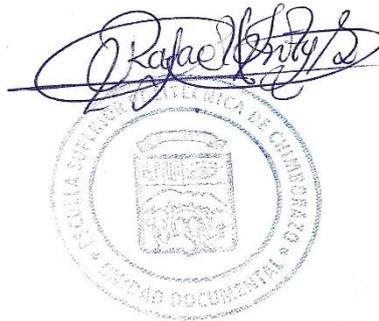
TABOADA, D. Efectos del ruido. [En línea] [Citado el: 30 de abril de 2022.] Disponible en: <http://biphase.net/efectos-ruido.gif>

TULSMA, 2015. Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones – Acuerdo Ministerial No. 028. Retrieved on August 8, 2018, from. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155123.pdf>

VÁSQUEZ CACHO, Diana Marisol. Contaminación sonora en puntos de mayor afluencia vehicular en la zona urbana de la ciudad de Cajamarca, en el año 2017. 2018. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11230>

ZAMBRANO-MONSERRATE, Manuel A.; RUANO, María Alejandra. Does environmental noise affect housing rental prices in developing countries? Evidence from Ecuador. *Land use policy*, 2019, vol. 87, p. 104059. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104059>

ZAMORANO GONZÁLEG, Benito, et al. “Exposición al ruido por tráfico vehicular y su impacto sobre la calidad del sueño y el rendimiento en habitantes de zonas urbanas”. *Estudios demográficos y urbanos*, 2019, vol. 34, no 3, p. 601-629. Disponible en: <https://doi.org/10.24201/edu.v34i3.1743>





esPOCH

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: 09 / 03 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Patricia Marisol Chacón Chacón
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniera Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto

0204-DBRA-UPT-2023

