

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**“NIVELES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA POR
TRÁFICO AUTOMOTOR DE MARZO - JULIO EN LA
ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE TINGO MARÍA”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL

DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

SANDRA LORENA ZAVALA GUERRERO

2014



T

AMB

Zavala Guerrero, Sandra Lorena

“Niveles de contaminación acústica por tráfico automotor de marzo – julio en la zona urbana de la ciudad de Tingo María” - Tingo María, 2014.

101 páginas.; 32 cuadros; 48 figuras.; 24 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Ambiental) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

- | | |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA | 2. PRESIÓN SONORA |
| 3. CAUDAL VEHICULAR | 4. CORRELACIÓN |
| 5. INCERTIDUMBRE | 6. SONÓMETRO |



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 11 de diciembre de 2013 a horas 2:00 p.m., en la Sala de Conferencias del Departamento Académico de Ciencias Ambientales de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, para calificar la Tesis titulada:

“NIVELES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA POR TRÁFICO AUTOMOTOR DE MARZO – JULIO EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE TINGO MARÍA”

Presentada por la Bachiller: **SANDRA LORENA ZAVALA GUERRERO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, la sustentante queda Apta para optar el Título de **INGENIERO AMBIENTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 08 de enero de 2014.

Ing. M.Sc. **LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ**
PRESIDENTE

Dr. **MANUEL NIQUE ALVAREZ**
VOCAL

Ing. **JORGE LUIS VERGARA PALOMINO**
VOCAL

Ing. M.Sc. **RONALD H. PUERTA TUESTA**
ASESOR



DEDICATORIA

A Dios, por permitirme lograr todas mis metas y guiarme con su luz.

A mis padres José Wilfredo, Ana Cecilia y Jesús Gaudencia (Q.E.P.D); por el amor, esfuerzo, y apoyo moral y espiritual.

A mi esposo Iván; por su comprensión y ayuda en el logro de mis objetivos para alcanzar la culminación de mi carrera.

A mi hijo Leonardo Jofré; razón de mi superación y por la felicidad que me brinda.

A mis hermanos: Melisa J., Mishelle C., Ana C. y Josué Willyerrec; por su cariño y apoyo.

AGRADECIMIENTO

- A DIOS, por darme vida y salud para poder permitirme culminar satisfactoriamente mi carrera profesional.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por contribuir en mi formación profesional.
- Al Blgo. M.Sc. Edilberto Chuquilin Bustamante, asesor de la presente investigación, por su valioso aporte durante su ejecución
- A los jurados de tesis: Ing. M.Sc. Lucio Manrique De Lara Suarez, Dr. Manuel Ñique Álvarez, e Ing. Jorge Luis Vergara Palomino, por sus oportunas sugerencias.
- Al Ing. M.Sc. Ronald Puerta Tuesta, por su asesoramiento y colaboración durante la redacción de la investigación.
- A los jóvenes Miguel Santillán Zapata y Leonardo Salazar Alegría, por su constante apoyo durante la ejecución de la investigación.
- A todas las personas que de una u otra forma me brindaron su apoyo moral y muy en especial a la Sra. Dora Díaz Gonzales, a mi tía Miriam Guerrero Cabrera, a mi amigo Juan Daniel Lao Olivares y a mi prima Milagros Zavala Vicuña y sus compañeros, por su apoyo, colaboración y consejos.

RESUMEN

El estudio se realizó en la zona urbana de la ciudad de Tingo María, distrito Rupa Rupa y provincia Leoncio Prado; teniendo por objetivo evaluar los niveles de contaminación acústica ocasionada por el tráfico automotor de marzo a julio, en la zona urbana de la ciudad de Tingo María. Para ello, se realizó mediciones del nivel de presión sonora en 30 puntos de monitoreo, dentro de la zona urbana de la ciudad; se evaluó en los turnos: mañana, tarde y noche; tomando en cuenta datos meteorológicos y también el caudal de vehículos que transitaban en el momento de la medición. Los resultados obtenidos indican que los niveles de presión sonora tanto diurno (mañana y tarde) y nocturno sobrepasan los niveles de presión establecidos en la normatividad ambiental (D.S. 085-2003-PCM) para zonas mixtas. Se determinó que tanto el nivel de presión sonora como el caudal vehicular tienen una correlación altamente positiva, lo que se corroboró con la respuesta de los encuestados. Finalmente se concluye que los niveles de presión sonora sobrepasan los niveles permitidos en la normatividad ambiental vigente, y que estos son generados principalmente por los vehículos livianos existentes en la zona en estudio como son los trimóviles.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general	3
1.2. Objetivos específicos	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Sonido	4
2.2. Ruido.....	4
2.3. Fuentes de ruido	5
2.4. Ruido por tráfico	9
2.5. Clasificación de las fuentes sonoras de un vehículo.....	10
2.5.1. Ruido mecánico.....	10
2.5.2. Ruido de rodadura o de contacto neumático-calzada.....	10
2.5.3. Ruido aerodinámico.....	11
2.6. Contaminación sonora	12
2.7. Efectos producidos por el ruido.....	12
2.8. Ponderación A.....	14
2.9. Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (LAeqT)	14
2.9.1. Nivel de presión sonora máximo (NPS máx. o LA máx.).....	15
2.9.2. Nivel de presión sonora Mínima (LA min o NPS min).....	15
2.9.3. Nivel de presión sonora corregido (NPC)	15
2.10. Sonómetro.....	15

2.11. Tipos de sonómetros.....	16
2.11.1. Sonómetros generales.....	16
2.11.2. Sonómetros integradores - promediadores.....	17
2.12. Decibel (dB)	17
2.13. Incertidumbre	17
2.13.1. Incertidumbre debida a la instrumentación	19
2.13.2. Incertidumbre debida a las condiciones de operación	22
2.13.3. Incertidumbre debida al clima y al suelo	22
2.13.4. Incertidumbre debida al sonido residual.....	22
2.14. Marco Normativo.....	24
2.14.1. Normas internacionales	25
2.14.2. Constitución Política del Perú	25
2.14.3. Ley General del Ambiente, Ley N° 28611	26
2.14.4. Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, Ley N° 27446	26
2.14.5. Ley General de Salud, Ley N° 26842.....	26
2.14.6. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. Lugar de ejecución.....	28
3.1.1. Población afectada	28
3.1.2. Aspectos ambientales.....	29

3.2. Materiales y Equipos	30
3.2.1. Materiales	30
3.2.2. Equipos.....	30
3.3. Metodología.....	30
3.3.1. Identificación de las fuentes y tipos de ruido a monitorear	30
3.3.2. Ubicación de las estaciones de monitoreo	31
3.3.3. Instalación del sonómetro.....	33
3.3.4. Identificación de las unidades del ruido	34
3.3.5. Medición del ruido.....	34
3.3.6. Corrección de datos.....	35
3.4. Unidades y variables experimentales.....	40
3.4.1. Unidades experimentales	40
3.4.2. Variable dependiente.....	40
3.4.3. Variables independientes	40
3.4.4. Variables de clasificación	41
3.5. Diseño experimental.....	41
3.6. Análisis estadístico.....	43
3.6.1. Inferencia sobre variables de clasificación	43
3.6.2. Inferencia sobre variables independientes	43
3.6.3. Análisis de las encuestas	44
IV. RESULTADOS	45
4.1. Identificación de los puntos, días y turnos con mayor nivel de presión sonora de marzo a julio	45

4.2. Datos del caudal vehicular de marzo a julio	50
4.3. Corrección de datos	55
4.4. Comparación de los datos corregidos con la normativa	59
4.5. Análisis estadístico de las variables	64
4.5.1. Inferencia sobre las variables clasificatorias.....	64
4.5.2. Inferencia sobre variables independientes	71
4.6. Percepción de la población a través del análisis de encuestas.....	76
V. DISCUSIÓN.....	85
VI. CONCLUSIONES.....	94
VII. RECOMENDACIONES.....	96
VIII. ABSTRACT.....	97
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Resumen de la incertidumbre de medición para LAeqT.....	18
2. Estándares Internacionales de Calidad Ambiental de Ruido.....	25
3. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.....	27
4. Cuadrante de coordenadas UTM de las estaciones de monitoreo.....	31
5. Ubicación de las estaciones de monitoreo.....	32
6. Intervalos de tiempo de monitoreo.....	35
7. Diseño experimental.....	42
8. Análisis de varianza para variables de clasificación.....	43
9. Número de vehículos promedio por categoría contabilizados en los puntos de monitoreo.....	51
10. Valores de la incertidumbre de medición expandida para cada punto de monitoreo, día y turno de medición.....	56
11. Valores promedios de los niveles de presión sonora (LAeqT), LAeqT + incertidumbre y LAeqT - incertidumbre por punto de monitoreo, diurno y nocturno.....	58
12. Análisis de la varianza para un diseño bifactorial (SC tipo III).....	65
13. Análisis utilizando el método de comparación DGC según el factor turnos de monitoreo.....	66
14. Resumen del análisis utilizando el método de comparación DGC según el factor puntos de monitoreo.....	67
15. Resumen del análisis de varianza y del agrupamiento por comparación de medias por partición de los turnos de monitoreo.....	68

16. Resumen del análisis de varianza y del agrupamiento por comparación de medias por partición de los puntos de monitoreo.	69
17. Resumen de los grupos obtenidos del análisis por conglomerado.....	71
18. Medidas de los grupos obtenidos del análisis por conglomerado.	73
19. Análisis de componentes principales: Autovalores.....	76
20. Análisis de componentes principales: Autovectores.....	76
21. Modelo de la ficha de monitoreo.	104
22. Datos promediados de LAeqT, Lmin, Lmax; en los tres turnos del lunes.....	105
23. Datos promediados de LAeqT, Lmin, Lmax; en los tres turnos del martes.	106
24. Datos promediados de LAeqT, Lmin, Lmax; en los tres turnos del miércoles.....	107
25. Datos promediados de LAeqT, Lmin, Lmax; en los tres turnos del jueves.....	108
26. Datos promediados de LAeqT, Lmin, Lmax; en los tres turnos del viernes.....	109
27. Datos promediados de LAeqT, Lmin, Lmax; en los tres turnos del sábado.....	110
28. Datos promediados de LAeqT, Lmin, Lmax; en los tres turnos del domingo.....	111
29. Valores del nivel de presión sonora (LAeqT) corregidos con la incertidumbre positiva para cada punto de monitoreo, día y turno de medición.	112

30. Valores del nivel de presión sonora (LAeqT) corregidos con la incertidumbre negativa para cada punto de monitoreo, día y turno de medición.....	114
31. Número promedio de parámetros ambientales en los puntos de monitoreo.	116
32. Medias, desviación estándar y error de las variables de los grupos obtenidos del análisis por conglomerado.	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Principales fuentes sonoras de un vehículo.	11
2. Escalas de decibeles según sus fuentes de exposición sonora.	13
3. Ubicación del sonómetro en la medición para fuentes vehiculares.	33
4. Diseño experimental.	42
5. Valores promedio del LAeqT para el turno mañana de cada punto de monitoreo.	46
6. Valores promedio del LAeqT para el turno tarde de cada punto de monitoreo.	47
7. Valores promedio del LAeqT para el turno nocturno de cada punto de monitoreo.	48
8. Valores máximos y mínimos del LAeqT promedio para cada día de monitoreo.	49
9. Valores del LAeqT diurno y nocturno promedio, para cada día de la semana.	50
10. Promedio del N° total de vehículos/10 minutos que transitan por cada punto de monitoreo en diferentes turnos.	53
11. Promedio del N° total de vehículos/10 minutos que transitan en los días de la semana en diferentes turnos.	54
12. Promedio del N° total promedio de vehículos livianos y motocicletas contabilizadas en 10 minutos que transitan en los 3 turnos en estudio.	54

13. Valor de LAeqT (dBA) promedio obtenido vs. nivel permitido por la normativa en el horario diurno.....	59
14. Valor de LAeqT (dBA) + incertidumbre promedio obtenido vs. nivel permitido por la normativa en el horario diurno.	60
15. Valor de LAeqT (dBA) – incertidumbre promedio obtenido vs. nivel permitido por la normativa en el horario diurno.	61
16. Valor de LAeqT (dBA) promedio obtenido vs. nivel permitido por la normativa en el horario nocturno.....	62
17. Valor de LAeqT (dBA) + incertidumbre promedio obtenido vs. nivel permitido por la normativa en el horario nocturno.	63
18. Valor de LAeqT (dBA) – incertidumbre promedio obtenido vs. nivel permitido por la normativa en el horario nocturno.	64
19. Resumen del agrupamiento por comparación de medias por partición de los puntos de monitoreo por turnos.....	70
20. Dendrograma del análisis de conglomerados.	72
21. Porcentaje del número de puntos de monitoreo que pertenecen a cada grupo obtenido del análisis por conglomerado.	72
22. Promedio de los niveles de presión sonora por los grupos obtenidos del análisis por conglomerado.	73
23. Biplot del análisis multivariado por componentes principales, que muestra la variabilidad de los grupos formados.	74
24. Porcentaje de encuestados por grupos, que conocen y que no conocen el daño causado por el ruido a la salud.	77

25. Porcentaje promedio de encuestados, que conocen y que no conocen el daño causado por el ruido a la salud.	78
26. Porcentaje de encuestados por grupos, que tienen mucha, regular y poca molestia por el ruido.	78
27. Porcentaje promedio de encuestados, que tienen mucha, regular y poca molestia por el ruido.	79
28. Porcentaje de encuestados por grupo, que sienten molestias por diversos tipos de ruido.	79
29. Porcentaje promedio de encuestados, que sienten molestias por diversos tipos de ruido.	80
30. Porcentaje de encuestados por grupos, que sienten molestias en diferentes turnos del día.	80
31. Porcentaje promedio de encuestados, que sienten molestias en diferentes turnos del día.	81
32. Porcentaje de encuestados por grupos, que sienten molestias en diferentes días de la semana.	81
33. Porcentaje promedio de encuestados, que sienten molestias en diferentes días de la semana.	82
34. Porcentaje de encuestados por grupos, que sí y que no conocen donde poner su demanda por ruido excesivo.	82
35. Porcentaje promedio de encuestados, que sí y que no conocen donde poner su demanda por ruido excesivo.	83
36. Porcentaje de encuestados por grupos, que mencionan el lugar donde deben poner su queja por ruido excesivo.	83

37. Porcentaje promedio de encuestados, que mencionan a la Municipalidad y a la Comisaría como el lugar donde deben poner su queja por ruido excesivo.....	84
38. Porcentaje promedio de encuestados, que mencionan posibles soluciones al problema del ruido.....	84
39. Anemómetro utilizado para medir las variables ambientales.	119
40. Sonómetro utilizado para medir los niveles de presión sonora.	119
41. Medición en el punto 18 (esquina Av. Antonio Raymondi con Jr. Pucallpa).....	120
42. Medición en el punto 1 (esquina Av. Enrique Pimentel con Av. 28 de Julio).....	120
43. Medición en el punto 11 (esquina Av. Amazonas con Jr. José Prato).	121
44. Medición en el punto 26 (esquina Av. Amazonas con Jr. Aguaytia).....	121
45. Medición en el punto 24 (esquina Av. Ucayali con Jr. Aucayacu).	122
46. Medición en el punto 5 (esquina Av. Tito Jaime con Jr. Callao).....	122
47. Encuesta en el punto 29 (esquina Av. Ucayali con Jr. Julio Burga).	123
48. Encuesta en el punto 9 (esquina Av. Ucayali con Jr. Monzón).	123

I. INTRODUCCIÓN

El ruido puede definirse como una apreciación subjetiva del sonido considerándose toda energía acústica susceptible de alterar el bienestar fisiológico o psicológico, interfiriendo y perturbando el normal desarrollo de las actividades cotidianas de los seres humanos. Por lo tanto, un mismo sonido puede ser considerado como molesto o agradable, dependiendo de la sensibilidad o actividad que esté desarrollando el receptor.

La contaminación acústica es el exceso de ruido que altera las condiciones normales del medio ambiente en una determinada zona. Se trata de un problema que afecta a la sociedad en general, provocado como consecuencia directa y no deseada de las actividades humanas (tráfico, actividades industriales, de ocio, etc.) y que tiene efectos negativos tanto en la salud de las personas como a nivel social y económico (IET, 2009).

En 1972, la Organización Mundial para la Salud (OMS), en el marco de la Conferencia de Estocolmo, incluyó al ruido como una forma más de contaminación. Según algunos estudios que se han hecho en la Unión Europea, existen en el mundo 80 millones de personas que están expuestos diariamente a niveles de ruido ambientales que están por encima de los 65 decibeles (dB), mientras que hay otros 170 millones que viven en niveles más

altos de 55 decibeles dB. Todo esto a pesar de que la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que el nivel que el ser humano puede tolerar, llega hasta sólo 50 decibeles dB (ARELLANO, 2009).

El distrito Rupa Rupa cuenta con una población urbana de 50,414 habitantes, y una tasa de crecimiento de la provincia de Leoncio Prado de 1.3%, según el censo del INEI (2007); pudiendo ser este incremento poblacional uno de los factores que hace que Tingo María se vea afectada por una mayor concentración de tráfico vehicular afectando a los pobladores que habitan en la zona urbana de la ciudad de Tingo María por el aumento de la contaminación acústica.

Por ello se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los niveles de contaminación acústica durante los meses de marzo a julio, ocasionados por el tráfico automotor en la zona urbana de la ciudad de Tingo María?

Ante esta interrogante se plantea la siguiente hipótesis: “los niveles de contaminación acústica durante los meses de marzo a julio, producido por el tráfico automotor, en la zona urbana de la ciudad de Tingo María, sobrepasan los niveles máximos de ruido establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, en determinados horarios del día”.

Los resultados de esta investigación permitirán dar un alcance a las instituciones competentes a normar según la Ley N° 28611, Ley General del

Ambiente; a fin de que la población de Tingo María pueda contar con un ambiente tranquilo y saludable.

1.1. Objetivo general

Evaluar los niveles de contaminación acústica ocasionada por el tráfico automotor de marzo a julio en la zona urbana de la ciudad de Tingo María.

1.2. Objetivos específicos

- Identificar los puntos, días y los turnos de monitoreo con mayores niveles de presión sonora durante los meses de marzo a julio en la zona urbana de la ciudad de Tingo María.
- Determinar los puntos de monitoreo con mayor caudal vehicular, durante los meses de marzo a julio en la zona urbana de la ciudad de Tingo María.
- Corregir los niveles de presión sonora con la incertidumbre positiva y negativa, durante los meses de marzo a julio en la zona urbana de la ciudad de Tingo María.
- Comparar los niveles de presión sonora corregidos con la normatividad ambiental vigente (Estándares de Calidad Ambiental para Ruido).
- Conocer la percepción de la población tingalesa con respecto a la contaminación acústica a partir de encuestas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Sonido

El sonido es cualquier vibración de las moléculas del aire (ondas sonoras) percibida por el órgano del oído al ejercer presión sobre el tímpano, y que es transmitida a través del oído interno del cerebro. Es posible medirlo por la presión diferente del aire sobre una membrana de un instrumento, que se mide en decibelios (dB) (BRACK y MENDIOLA, 2000).

Según el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM indica que el sonido es la energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición (EL PERUANO, 2003).

2.2. Ruido

El ruido se compone de una parte subjetiva, que es la molestia y una parte objetiva, y por lo tanto cuantificable que es el sonido (ITACA, 2006).

Es el sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas (EL PERUANO, 2003).

El ruido es un sonido molesto no deseado por una ser vivo, y que al producirse ejerce influencia perturbadora sobre la misma (BRACK y MENDIOLA, 2000).

2.3. Fuentes de ruido

- Fijas Puntuales

Las fuentes sonoras puntuales son aquellas en donde toda la potencia de emisión sonora está concentrada en un punto. Se suele considerar como fuente puntual una máquina estática que realiza una actividad determinada (MINAM, 2012).

- Fijas Zonales o de Área

Las fuentes sonoras zonales o de área, son fuentes puntuales que por su proximidad pueden agruparse y considerarse como una única fuente. Se puede considerar como fuente zonal aquellas actividades generadoras de ruido que se ubican en una zona relativamente restringida del territorio, por ejemplo: zona de discotecas, parque industrial o zona industrial en una localidad. En caso la localidad cuente con un Plan de Ordenamiento Territorial, el operador podrá consultarlo con la finalidad de identificar las zonas donde se ubiquen las fuentes fijas zonales o de área.

Esta agrupación de fuentes puntuales (fuentes zonales o de área) nos permite una mejor gestión, pueden regularse y establecer medidas precisas para todas en conjunto (MINAM, 2012).

- Móviles Detenidas

Un vehículo es una fuente de ruido que por su naturaleza es móvil, y genera ruido por el funcionamiento del motor, elementos de seguridad (claxon, alarmas), aditamentos, etc. Este tipo de fuente debe considerarse cuando el vehículo sea del tipo que fuere (terrestre, marítimo o aéreo) se encuentre detenido temporalmente en un área determinada y continúa generando ruidos en el ambiente.

- Móviles Lineales

Una fuente lineal se refiere a una vía (avenida, calle, autopista, vía del tren, ruta aérea, etc.) en donde transitan vehículos. Cuando el sonido proviene de una fuente lineal, éste se propagará en forma de ondas cilíndricas, obteniéndose una diferente relación de variación de la energía en función de la distancia. Una infraestructura de transporte (carretera o vía ferroviaria), considerada desde el punto de vista acústico, puede asimilarse a una fuente lineal (MINAM, 2012).

2.3.1. Tipos de ruido

El ruido se puede clasificarse en función de sus características temporales, los ruidos pueden clasificarse en ruidos impulsivos, que pueden ser aislados o repetitivos, y en ruido no impulsivo. Los ruidos no impulsivos pueden ser aleatorios o determinados, pudiendo tener estos últimos un carácter transitorio o continuo. En cuanto a estos ruidos continuos pueden ser periódicos o no periódicos (SÁNCHEZ, 2007).

En función a su distribución por frecuencias, el ruido puede ser de banda ancha o banda estrecha. Por último, y en función de su distribución espacial, podemos distinguir los ruidos omnidireccionales (no direccionales), de aquellos que radian en una dirección preferente (SÁNCHEZ, 2007).

- Tráfico automotor: Ruido generado por los vehículos motorizados en lugares de tráfico intenso (ciudades, autopistas).
- Industria y comercio: Ruidos producidos por las fábricas y las actividades comerciales (concentración de personas, carga y descarga).
- Doméstico y residencial: Originado por las actividades caseras (fiestas, caminar ruidosamente, aparatos caseros, etc.).
- Construcción y demolición: Originado por las actividades de construir edificios (albañilería, grúas) y demolición (martillos mecánicas y similares).
- Propaganda: Producido por el perifoneo y actividades similares.
- Transporte aéreo: Originado en los aeropuertos por el aterrizaje y despegue de aeronaves.
- Electrónicos: De diverso origen y para múltiples fines. En algunos casos se trata de ultrasonido, que aunque no se perciba, puede ser perjudicial (BRACK y MENDIOLA, 2000).

De acuerdo a la NTP ISO 1996-1 existen varios tipos de ruido. Sin embargo, se consideran los siguientes:

2.3.1.1. En función al tiempo:

- **Ruido Estable:** El ruido estable es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente de manera que no presente fluctuaciones considerables (más de 5 dB) durante más de un minuto.

- **Ruido Fluctuante:** El ruido fluctuante es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente y que presentan fluctuaciones por encima de 5dB durante un minuto. Ejemplo: dentro del ruido estable de una discoteca, se produce una elevación de los niveles del ruido por la presentación de un show.

- **Ruido Intermitente:** El ruido intermitente es aquel que está presente sólo durante ciertos periodos de tiempo y que son tales que la duración de cada una de estas ocurrencias es más que 5 segundos. Ejemplo: ruido producido por un compresor de aire, o de una avenida con poco flujo vehicular.

- **Ruido Impulsivo:** Es el ruido caracterizado por pulsos individuales de corta duración de presión sonora. La duración del ruido impulsivo suele ser menor a 1 segundo, aunque pueden ser más prolongados. Por ejemplo, el ruido producido por un disparo, una explosión en minería, vuelos de aeronaves rasantes militares, campanas de iglesia, entre otras (MINAM, 2012).

2.3.1.2. En función al tipo de actividad generadora de ruido:

- Ruido generado por el tráfico automotor.

- Ruido generado por el tráfico ferroviario.
- Ruido generado por el tráfico de aeronaves.
- Ruido generado por plantas industriales, edificaciones y otras actividades productivas, servicios y recreativas (MINAM, 2012).

2.4. Ruido por tráfico

Considerando un vehículo como fuente de ruido, dicho ruido se generara principalmente en el motor y en el rodamiento. El ruido del motor llamado ruido mecánico, es el producido por el motor propiamente dicho (admisión, combustión y escape), por su sistema de refrigeración y por la transmisión (caja de cambios, eje de tracción, etc.).

El ruido de rodamiento está compuesto por la interacción de los neumáticos con la calzada y las frenadas. La mayor o menor influencia de cada una de los dos componentes depende principalmente de la velocidad del vehículo; de forma que a velocidades altas es más importante el ruido de rodamiento, mientras que a velocidades bajas resulta más importante el ruido del motor.

Cuando se estudia el ruido generado por una corriente de vehículos, en lugar del producido por un vehículo aislado, a las condiciones anteriores hay que añadir otras, principalmente: el carácter aleatorio de dicho tipo de ruido, depende principalmente del tipo de vehículo que circulen, la densidad del tráfico y la velocidad a la que se muevan (SÁNCHEZ, 2007).

2.5. Clasificación de las fuentes sonoras de un vehículo

Una posible clasificación de las fuentes sonoras originadas por un vehículo es:

- A. Ruido de origen mecánico
- B. Ruido de rodadura
- C. Ruido de origen aerodinámico

2.5.1. Ruido mecánico

Está originado por las fuentes que van ligadas al motor propulsor y a los elementos mecánicos que constituyen el vehículo. Son las fuentes preponderantes a velocidades bajas. Dependen fundamentalmente de las características del vehículo y del régimen y carga del motor (SEGUÉS, 2007).

Entre otras fuentes se pueden citar: motor, admisión, escape, frenos y movimiento de la carga (especialmente en los vehículos pesados).

2.5.2. Ruido de rodadura o de contacto neumático-calzada

En su generación intervienen varios fenómenos, de índole compleja, entre los que cabe destacar:

- Las vibraciones y radiaciones del toro del neumático. Afecta a las bajas frecuencias y afecta al confort del interior del vehículo.
- Los procesos de deslizamiento y adherencia sucesivos de los relieves del neumático en las proximidades del punto de contacto neumático calzada.
- Las turbulencias inducidas por los relieves del neumático.
- El ruido radiado por el pavimento "excitado" por la fuerza del contacto

con el neumático.

- El ruido producido por estos fenómenos (neumático-calzada), se localiza al nivel de la calzada. La calzada puede absorber o no gran parte del ruido.

2.5.3. Ruido aerodinámico

Los ruidos de origen mecánico dependen del régimen y carga del motor. El ruido de rodadura va asociado a la velocidad del vehículo y al tipo de calzada, que interviene además en la propagación del conjunto del ruido emitido por el vehículo. El ruido aerodinámico depende de la forma de la carrocería del vehículo.

A velocidades altas, el ruido originado por fricción del aire con la carrocería del vehículo comienza a adquirir importancia. A velocidades bajas, la fuente principal del ruido es de origen mecánico. En vehículos ligeros es así hasta velocidades de 50-60 km/h. En vehículos pesados el límite se encuentra a velocidades superiores, de 70-80 km/h (SEGUÉS, 2007).

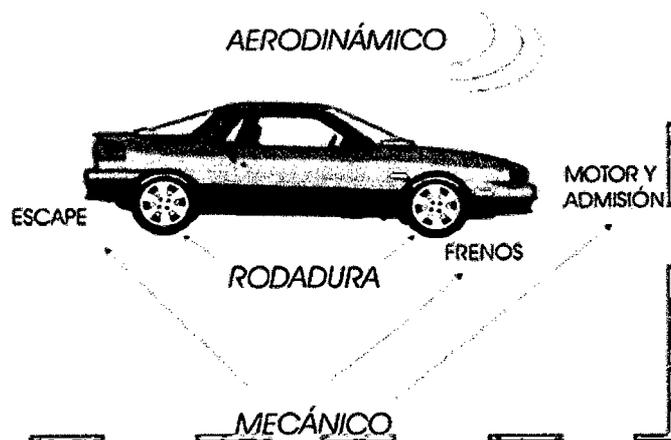


Figura 1. Principales fuentes sonoras de un vehículo (SEGUÉS, 2007).

2.6. Contaminación sonora

Según el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM es la presencia en el ambiente exterior o en el interior de las edificaciones, de niveles de ruido que generen riesgos a la salud y al bienestar humano (EL PERUANO, 2003).

2.7. Efectos producidos por el ruido

Cuando el ruido es excesivo es responsable de una serie de molestias que influyen sobre la calidad de vida y el rendimiento de las personas. Las principales molestias son la falta de concentración, la perturbación del trabajo, del descanso, del sueño y de las comunicaciones personales. Los ruidos producen reacciones fisiológicas en el organismo: tensión muscular, aumento de la presión sanguínea, apertura de las pupilas, cansancio por falta de sueño y susto, en caso de explosiones.

Cuando aumenta la intensidad del sonido al mismo tiempo que la frecuencia permanece fija, en el oído la región de máximo estímulo ya no varía más a lo largo de la longitud de la membrana basilar, sino que el grado o la magnitud de este estímulo aumenta con la intensidad. En una primera aproximación podemos decir que cuanto más intenso es el sonido, mayor es la sensación de sonoridad (BRACK y MENDIOLA, 2000).

Según reporte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otros especialistas el ruido no modifica el medio ambiente, pero incide en el órgano de percepción fisiológico, el oído; el efecto producido en el órgano de la audición del ser humano por las vibraciones del aire, afecta las actividades del

desarrollo social del individuo, como en la comunicación, aprendizaje, concentración, descanso y distorsiona la información (SÁNCHEZ, 2007).

En la Figura 2 se representan las diferentes escalas de decibeles y sus fuentes.

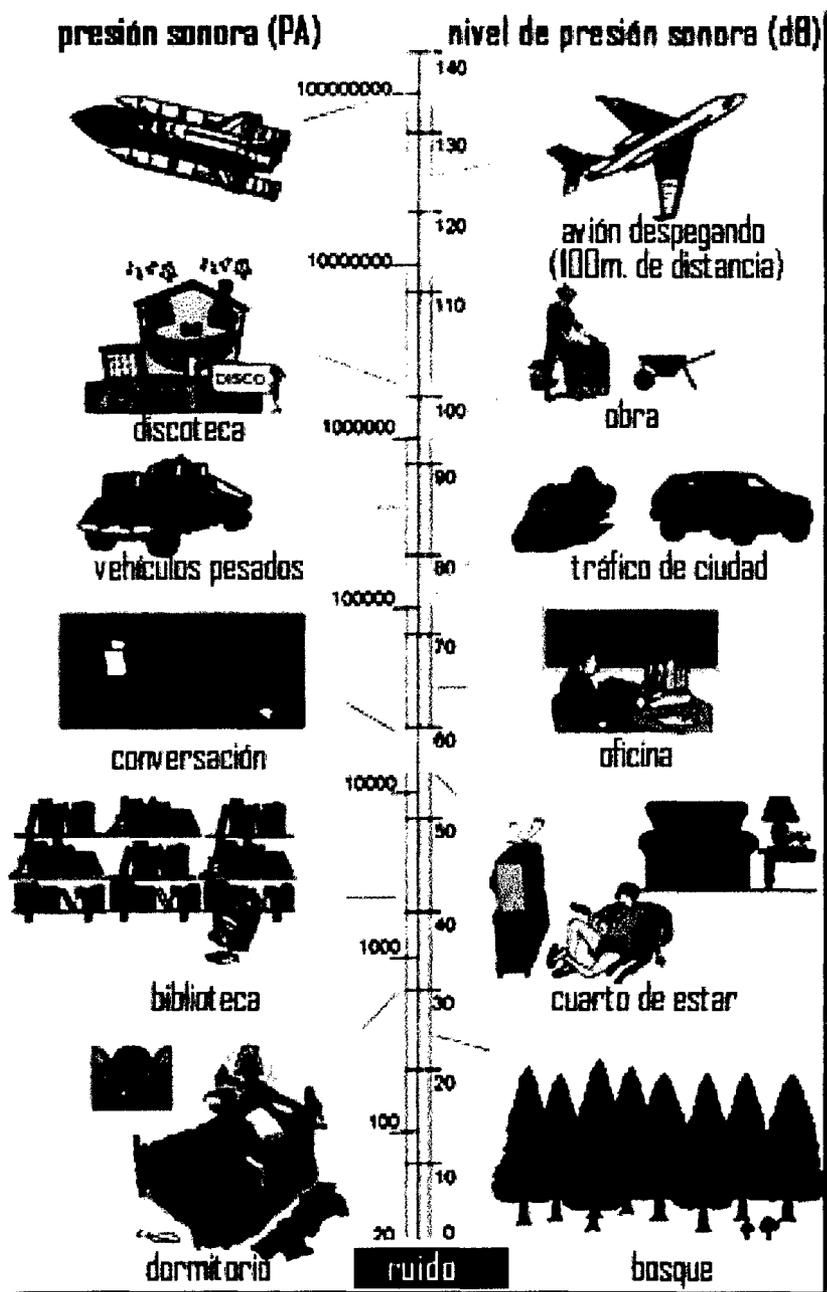


Figura 2. Escalas de decibeles según sus fuentes de exposición sonora.

Fuente: MAGRAMA - ESPAÑA.

2.8. Ponderación A

En las curvas isofónicas, la relación entre la sensación subjetiva de volumen o intensidad y el valor objetivo del nivel de presión sonora es realmente complicada. Está establecido y aceptado internacionalmente utilizar el nivel de presión sonora ponderado en A, el cual toma en cuenta, al menos en cierta medida, la sensibilidad del oído humano (MOSER y BARROS, 2009).

2.9. Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (LAeqT)

Según el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido (EL PERUANO, 2003).

Según la NTP-ISO 1996-1 el nivel de presión sonora continuo equivalente es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre el cuadrado de la presión sonora cuadrática media durante un intervalo de tiempo determinado y la presión sonora de referencia, donde la presión sonora se obtiene de una ponderación en frecuencia normalizada (INDECOPI, 2007).

Es decir el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A, se expresa a través de la fórmula 1.

$$L_{AeqT} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \right] \quad \text{dB} \quad (1)$$

Dónde:

L = Nivel de presión sonora instantánea ponderada A, a lo largo de un tiempo variable T de la muestra i.

n = Cantidad de mediciones de la muestra i (MINAM, 2012).

2.9.1. Nivel de presión sonora máximo (NPS máx. o LA máx.)

Es el máximo nivel de presión sonora registrado utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un periodo de medición dado (MINAM, 2012).

2.9.2. Nivel de presión sonora Mínima (LA min o NPS min)

Es el mínimo nivel de presión sonora registrado utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un periodo de medición dado (MINAM, 2012).

2.9.3. Nivel de presión sonora corregido (NPC)

Es aquel nivel de presión sonora que resulte de las correcciones establecidas en la norma de la NTP-ISO 1996-1 (INDECOPI, 2007).

2.10. Sonómetro

Generalmente, un sonómetro es una combinación de un micrófono, un procesador de señal y un dispositivo de presentación de resultados. El procesador de señal incluye las funciones combinadas de un amplificador con una respuesta en frecuencia especificada y controlada, de un dispositivo para formar el cuadrado de la presión acústica variable en el tiempo ponderada en frecuencia, y de un integrador temporal o de un promediador temporal (IEC, 2002)

Es el aparato que se utiliza para medir el nivel sonoro. Consta de micrófono, un amplificador y un indicador del nivel de potencia. El micrófono detecta las pequeñas variaciones de la presión del aire producidas por las ondas de compresión del sonido y las transforma en diferencias de potencial. Éstas se amplifican y se registran. La escala del indicador del nivel de potencia está en decibelios: cero decibelios corresponde a un cambio de presión del aire de $20 \mu\text{Pa}$ y 120 decibelios equivale a un cambio de 20 Pa (BRACK y MENDIOLA, 2000).

El sonómetro mide la sensación sonora o intensidad fisiológica, que se expresa en decibelios y que no es proporcional a la intensidad física o flujo de energía por unidad de tiempo (BRACK y MENDIOLA, 2000).

2.11. Tipos de sonómetros

Hay dos tipos principales de instrumentos disponibles para medir niveles de ruido, con muchas variaciones entre ellos (RUIZ, 2003):

2.11.1. Sonómetros generales

Muestran el nivel de presión sonora instantáneo en decibelios (dB), lo que normalmente se conoce como nivel de sonido. Estos instrumentos son útiles para testear el ambiente sonoro, y poder ahorrar tiempo reservando los sonómetros de gamas superiores para las medidas que necesiten mayor precisión o precisen de la elaboración de informes.

2.11.2. Sonómetros integradores - promediadores

Estos sonómetros tienen la capacidad de poder calcular el nivel continuo equivalente L_{eq} . Incorporan funciones para la transmisión de datos al ordenador, cálculo de percentiles, y algunos análisis en frecuencia.

De acuerdo con el estándar internacional IEC 651, reformado por la IEC 61672, los instrumentos de medida del sonido, de los cuáles los sonómetros constituyen una parte, se dividen en tres tipos dependiendo de su precisión en la medida del sonido. Estos tipos son tipo 0, 1 y 2, con el tipo 0 el más preciso (tolerancias más pequeñas) y tipo 2 el menos preciso (RUIZ, 2003).

2.12. Decibel (dB)

Según el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM el decibel es una unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora (EL PERUANO, 2003).

La escala de los decibelios no es una escala normal, sino una escala logarítmica, lo cual quiere decir que un pequeño aumento del nivel de decibelios es, en realidad, un gran aumento del nivel de ruido (BRACK y MENDIOLA, 2000).

2.13. Incertidumbre

La incertidumbre en la medida se expresa como una incertidumbre

expandida basada en una combinación de incertidumbres estándar multiplicada por un factor de cobertura de 2, proporcionando una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95% (INDECOPI, 2007).

Cuadro 1. Resumen de la incertidumbre de medición para LAeqT.

Incertidumbre típica				Incertidumbre típica combinada	Incertidumbre de medición expandida
Debido a la instrumentación	Debido a las condiciones de funcionamiento	Debido a las condiciones meteorológicas y del terreno	Debido al sonido residual	$\frac{\sigma_t}{\sqrt{1.0^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}}$	$\pm 2.0\sigma_t$
W	X	Y	Z	dB	dB
dB	dB	dB	dB		

FUENTE: INDECOPI (2007).

La incertidumbre depende de varios factores, entre los cuales se encuentran:

- Debida al sonómetro: $u_{\text{sonómetro}}$
- Debida a las condiciones de operación: $u_{\text{cond_operación}}$
- Debido a las condiciones climáticas y del suelo: $u_{\text{clima y suelo}}$
- Debido al sonido residual: u_{residual}

De modo que la incertidumbre asociada a las mediciones del nivel equivalente en el estado pre-operacional se calcula a través de la ecuación 2.

$$u(L_{\text{Aeq.T}}) = \sqrt{(1 \cdot u_{\text{sonómetro}})^2 + (1 \cdot u_{\text{cond_operación}})^2 + (1 \cdot u_{\text{clima y suelo}})^2 + (C_{\text{residual}} \cdot u_{\text{residual}})^2} \quad (2)$$

2.13.1. Incertidumbre debida a la instrumentación

Representa la influencia que ejercen los distintos operadores y equipos en el mismo lugar bajo unas condiciones constantes. Si la instrumentación es clase 1 IEC 61672-1:2002, la desviación típica de instrumentación será 1.0 dB. Si otra instrumentación es utilizada (medidores de nivel sonoro IEC 61672-1:2002 clase 2 o IEC 60651:2001/IEC 60804:2000 clase 1) el valor será más grande (VICENTE, 2010).

La incertidumbre debida a la instrumentación se puede obtener a través de la ecuación 3:

$$u_{\text{sonómetro}} = \delta(L_{Aeq,T}) = \delta_{PFE} + \delta_{PFA} + \delta_{LS} + \delta_{RMS} + \delta_{PT} + \delta_{CA} + \delta_{ES} + \delta_{TS} + \delta_{PS} \quad (3)$$

Dónde:

δ_{PFE} : Incertidumbre asociada a la corrección de calibración eléctrica del nivel de presión sonora con ponderación A. Declarada en el certificado de calibración del sonómetro por el laboratorio para esta prueba.

$$(\delta_{PFE}) = \frac{U_E}{K_n} \quad (4)$$

Donde $K_n=2$, considerando una probabilidad de encontrar el verdadero valor de la magnitud en el intervalo señalado por la incertidumbre ampliada del 95.445% Y donde U_E es la incertidumbre expandida certificada.

δ_{PFA} : Incertidumbre asociada a la corrección de calibración acústica del nivel de presión sonora con ponderación A. Declarada en el certificado de calibración del sonómetro.

$$(\delta_{PFA}) = \frac{U_A}{K_n} \quad (5)$$

Donde $K_n=2$, considerando una probabilidad de encontrar el verdadero valor de la magnitud en el intervalo señalado por la incertidumbre ampliada del 95.445% Y donde U_A es la incertidumbre expandida certificada.

δ_{LS} : Incertidumbre de la corrección asociada con la linealidad del sonómetro en su rango de referencia. Es la desviación típica de todos los valores de linealidad.

$$(\delta_{LS}) = \sigma_L \quad (6)$$

δ_{RMS} : Incertidumbre de la corrección asociada con detector RMS del sonómetro evaluada eléctricamente. Es la desviación típica de las desviaciones a la característica ideal del detector.

$$(\delta_{RMS}) = \sigma_R \quad (7)$$

δ_{PT} : Incertidumbre de la corrección asociada con la función de ponderación temporal. Se supone una distribución uniforme de los posibles valores de la incertidumbre en el intervalo determinado por la desviación máxima obtenida ($\Delta_{PT} = 0,1$).

$$(\delta_{PT})_{fast \text{ o } slow} = \frac{\Delta_{PT}}{\sqrt{3}} = \frac{0,1}{\sqrt{3}} \geq 0,0577 \text{dB} \quad (8)$$

δ_{CA} : Incertidumbre de la corrección asociada con el ajuste inicial del sonómetro utilizando un calibrador acústico. La incertidumbre se debe a la propia resolución del sonómetro, por medio de la ecuación 9.

$$(\delta_{CA}) = \frac{E_S}{2\sqrt{3}} \quad (9)$$

δ_{ES} : Incertidumbre de la corrección asociada a la resolución finita del valor de la indicación del sonómetro. Siendo E_S la resolución finita del sonómetro o lo que es lo mismo el dígito menos significativo, cuando volcamos los datos.

$$(\delta_{ES}) = \frac{E_S}{2\sqrt{3}} \quad (10)$$

δ_{TS} : Incertidumbre correspondiente a la corrección asociada con la influencia de las variaciones de temperatura.

$$\delta_{TS} = \frac{\alpha_M \cdot (23^{\circ}C - T_M)}{\sqrt{3}} \quad (11)$$

Donde $\alpha_M = 0,015$ es el coeficiente de variación con la temperatura. Y T_M es la temperatura en grados Celsius en el momento de la medición.

δ_{PS} : Incertidumbre correspondiente a la corrección asociada con la influencia de las variaciones de la presión barométrica. Siendo P_M la presión barométrica de medida y $\gamma_M = 0,019$ el coeficiente de variación de la presión ponderado en frecuencia.

$$\delta_{PS} = \frac{\gamma_M \cdot (1013 \text{ hPa} - P_M)}{\sqrt{3}} \quad (12)$$

2.13.2. Incertidumbre debida a las condiciones de operación

La incertidumbre estándar X para tráfico rodado según INDECOPI (2007) se calcula a través de la ecuación 13.

$$u_{\text{cond_operación}} = \frac{10}{\sqrt{n}} \text{ dB} = X \quad (13)$$

Siendo n el número total de vehículos.

2.13.3. Incertidumbre debida al clima y al suelo

Se tiene en cuenta la consideración recogida en la norma ISO 1996-2:2003, según la cual, cuando toda la superficie del terreno entre la fuente y la posición de medición sea dura, podemos estimar esta incertidumbre como $\sigma = 0.5 \text{ dB}$ (PELLICER, 2011).

Entonces podemos calcular la incertidumbre asociada a las condiciones del clima y del suelo por medio de la ecuación 14.

$$u_{\text{clima y suelo}}(L_{\text{Aeq,T}})\sigma_m = 0.5 \text{ dB} = Y \quad (14)$$

2.13.4. Incertidumbre debida al sonido residual

La incertidumbre varía dependiendo de la diferencia entre los valores totales medidos y el sonido residual, así como también del parámetro que se ha medido (incluyendo la auto-generación de ruido en la instrumentación). Antes de comenzar a hallar el valor de la incertidumbre

asociada se debe comprobar primero si la diferencia entre el nivel de presión sonora residual y nivel de presión sonora medido está 10 dB ó más por debajo y si, en caso de estarlo, también lo está por debajo de 3 dB (en esta situación no se haría corrección porque la incertidumbre resultante tendría un valor demasiado alto) (VICENTE, 2010).

El nivel sonoro residual influye en la medición del nivel sonoro específico de modo que el nivel de sonido específico es el nivel sonoro total corregido con el nivel sonoro residual, calculado según las siguientes condiciones como menciona INDECOPI (2007):

- Si $L_{\text{medido}} - L_{\text{residual}} > 10 \text{ dB} \rightarrow L_{\text{corregido}} = L_{\text{medido}}$ (En este caso no hay corrección)
- Si $3 \text{ dB} < L_{\text{medido}} - L_{\text{residual}} < 10 \text{ dB} \rightarrow L_{\text{corregido}} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{\text{medido}}}{10}} - 10^{\frac{L_{\text{residual}}}{10}} \right) \text{ dB}$
- Si $L_{\text{medido}} - L_{\text{residual}} < 3 \text{ dB} \rightarrow$ No se puede corregir. Se debe indicar en los resultados.

A continuación, se calcula la incertidumbre del nivel sonoro residual por medio de la ecuación 15.

$$u_{\text{residual}}(L_{\text{Aeq,T}}) = \sqrt{\sigma_s^2 - \sigma_0^2} \quad (15)$$

σ_s = incertidumbre del nivel sonoro específico

σ_0 = incertidumbre del nivel sonoro total medido actual

El coeficiente de sensibilidad del sonido residual se expresa por medio de la ecuación 16.

$$C_{\text{residual}} = \frac{-10^{L_{\text{resid}}/10}}{10^{L_{\text{total}}/10} - 10^{L_{\text{resid}}/10}} \quad (16)$$

A partir de todos los datos de las incertidumbres parciales, se puede calcular la incertidumbre de medición expandida, a través de la ecuación 2.

$$u(L_{\text{Aeq,T}}) = \sqrt{(1 \cdot u_{\text{sonómetro}})^2 + (1 \cdot u_{\text{cond_operación}})^2 + (1 \cdot u_{\text{clima y suelo}})^2 + (C_{\text{residual}} \cdot u_{\text{residual}})^2} \quad (2)$$

Obtenidas todas las incertidumbres ya se puede calcular la combinada, tal como aparece indicado en el Cuadro 1, una vez se tiene el valor de la incertidumbre combinada, ya sólo falta hallar la expandida, que se obtiene multiplicando su valor por 2 (VICENTE, 2010).

2.14. Marco Normativo

Respecto del monitoreo del ruido, a la fecha no existe ninguna norma de observancia obligatoria en el ordenamiento jurídico vigente que establezca una metodología general a ser aplicada por los Gobiernos Locales. Sin embargo, INDECOPI ha aprobado dos (02) Normas Técnicas Peruanas:

- **ISO 1996-1:2007: Acústica: Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimientos de evaluación.**

Esta parte de la NTP-ISO 1996 define los índices básicos a ser utilizados para describir el ruido en los ambientes comunitarios y describe los procedimientos de evaluación básicos (INDECOPI, 2007).

- **ISO 1996-2:2008: Acústica: Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.**

Esta parte de la NTP-ISO 1996 describe como los niveles de presión sonora pueden ser determinados por mediciones directas, por extrapolación de resultados de mediciones, por medio de cálculos o exclusivamente por cálculos previstos como básicos para la evaluación del ruido ambiental (INDECOPi, 2008).

2.14.1. Normas internacionales

Existen normas de organizaciones como la OMS (Organización Mundial de la Salud, 1999), la WBG (World Bank Group, Pollution Prevention and Abatement Handbook, 1997) y la EPA (Environmental Protection Agency-USA) que nos manifiestan los estándares de calidad ambiental de ruido emitidas por estas como se observa en el Cuadro 2 para el ámbito exterior, que es lo mismo que la zona residencial en la legislación peruana.

Cuadro 2. Estándares Internacionales de Calidad Ambiental de Ruido.

ZONA HORARIO DIURNO	OMS dB (A)	WBG dB (A)	EPA dB (A)
Zona Residencial		55	
Exterior diurno	50		70

Fuente: Elaboración Propia.

2.14.2. Constitución Política del Perú

En el artículo 2 de la Constitución política del Perú, nos menciona que toda persona tiene derecho a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo

libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida (EL PERUANO, 1993).

2.14.3. Ley General del Ambiente, Ley N° 28611

En el artículo 115 de la Ley N° 28611 se menciona que los gobiernos locales son responsables de normar y controlar los ruidos y vibraciones originados por las actividades domésticas y comerciales, así como por las fuentes móviles, debiendo establecer la normativa respectiva sobre la base de los ECA (EL PERUANO, 2005).

2.14.4. Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, Ley N° 27446

En el artículo 5 de la Ley N° 27446, nos menciona los criterios de protección ambiental, la protección de la calidad ambiental, tanto del aire, del agua, del suelo, como la incidencia que pueda producir el ruido y los residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas y radioactivas (EL PERUANO, 2001).

2.14.5. Ley General de Salud, Ley N° 26842

En el artículo 105 de la Ley N° 26842, establece que corresponde a la autoridad de salud competente dictar las medidas para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia (EL PERUANO, 1997).

2.14.6. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Con fecha 30 de octubre de 2003 se publicó el Decreto Supremo 085-2003-PCM “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido”, el cual tiene como objetivo establecer los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible (MINAM, 2012).

Dichos ECAs consideran como parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios, que se establecen en el Anexo A de la presente norma, que se observa en el Cuadro 3 (EL PERUANO, 2003).

Cuadro 3. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

Zonas de aplicación	Valores expresados en LAeqT	
	Horario diurno	Horario nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: EL PERUANO (2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en la zona urbana de la ciudad de Tingo María, políticamente localizado en el distrito Rupa Rupa, Provincia Leoncio Prado, departamento Huánuco. Limita por el norte con el Jr. Julio Burga, por el sur con la Av. Enrique Pimentel, por el este con la Av. Amazonas y el oeste con la Av. Antonio Raymondi.

Geográficamente la zona urbana de Tingo María, se encuentra en la hoja 19-k de la Carta Nacional del Instituto Geográfico Nacional, correspondiente a la Región Selva, entre las coordenadas UTM: 389566, 891473 y 389830, 8971270; 390341, 8972296 y 390136, 8972420.

3.1.1. Población afectada

La población afectada por el tráfico automotor en la zona de estudio que son las calles principales de la ciudad de Tingo María es de 17,392 habitantes, tomando como base el número de viviendas mencionadas en la Ordenanza Municipal N° 022-2011-MPLP que nos habla de 2,417 viviendas y 1,931 comercios, haciendo un total de 4,348 predios ubicadas en las calles principales de la ciudad de Tingo María.

Con 17,392 pobladores afectados, obtuvimos el total de personas a encuestar, tomando en cuenta la ecuación 17.

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q} \quad (17)$$

Dónde:

N = Total de la población

$Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$ (con seguridad del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 0.05)

$q = 1 - p$ (en este caso $1 - 0.05 = 0.95$)

d = precisión (en este caso deseamos un 3%).

Entonces:

$$n = \frac{17392 \cdot 1,96^2 \cdot 0,05 \cdot 0,95}{0,03^2 \cdot (17392-1) + 1,96^2 \cdot 0,05 \cdot 0,95} = 200.42$$

Lo que quiere decir que se encuestaron a 200 personas, dividiendo el número de encuestados entre los 30 puntos de monitoreo, nos da un total de 7 encuestados por punto de monitoreo, haciendo finalmente un número total de 210 encuestados para la investigación.

3.1.2. Aspectos ambientales

La ciudad de Tingo María tiene clima tropical, con una temperatura máxima de 35°C y mínima de 17°C y una humedad atmosférica relativa máxima de 88% y mínima de 74%. Presenta una precipitación media anual de

3155 mm. Según el Mapa Ecológico corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT), la zona de vida establecida en la clase N° 09 del reglamento de clasificación de tierras (HOLDRIDGE, 1987).

3.2. Materiales y Equipos

3.2.1. Materiales

- Registro de datos.
- Wincha de 5 m.
- Trípode.

3.2.2. Equipos

- Sonómetro marca TECPEL, Modelo 331, Clase 2.
- Cámara fotográfica marca SONY, Modelo DSC-W120.
- Equipo Portátil de Posicionamiento Global (GPS), marca GARMIN, modelo DAKOTA 20.
- Anemómetro marca KESTREL, Modelo K3500.
- Cronómetro.

3.3. Metodología

La metodología utilizada fue la propuesta por la Norma Técnica Peruana, NTP-ISO 1996-I del INDECOPI (2007).

3.3.1. Identificación de las fuentes y tipos de ruido a monitorear

La fuente que se monitoreo es la de móviles lineales y el tipo de ruido en función al tiempo es fluctuante. El tipo de ruido en función a la

actividad generadora es el generado por tráfico automotor, que es el ruido que está en investigación.

3.3.2. Ubicación de las estaciones de monitoreo

Las estaciones de monitoreo seleccionadas se ubicaron en las intersecciones de las avenidas y jirones representativos de la zona urbana de la ciudad de Tingo María.

Geográficamente las estaciones de monitoreo seleccionadas se ubican dentro del empalme Tingo María en la hoja 19-k de la Carta Nacional del Instituto Geográfico Nacional, correspondiente a la Región Selva, entre las coordenadas UTM:

Cuadro 4. Cuadrante de Coordenadas UTM de las estaciones de monitoreo.

Longitud Oeste	Latitud Sur	Altitud (msnm)
389566	8971473	651
389830	8971270	654
390341	8972296	649
390136	8972420	648

Fuente: Elaboración propia.

Con la ayuda del Plano de la ciudad de Tingo María, se seleccionaron 30 estaciones de monitoreo que se pueden observar en el Plano 1 del anexo y se indican en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Ubicación de las estaciones de monitoreo.

Punto	Ubicación	Coordenadas	
		E	S
1	Esquina Av. 28 de Julio c/ Av. E. Pimentel	389.830,200	8.971.285,561
2	Esquina Av. S. Erickson c/ Av. Av. E. Pimentel	389.660,866	8.971.528,978
3	Esquina Av. La Bandera c/ Av. José Olaya	389.838,666	8.971.458,070
4	Esquina Av. Ucayali c/ Jr. Callao	390.000,592	8.971.539,562
5	Esquina Av. Tito Jaime c/ Jr. Callao	389.791,041	8.971.661,270
6	Esquina Av. Alameda Perú c/ Jr. Cayumba	389.965,666	8.971.693,020
7	Esquina Av. Amazonas c/ Jr. Cayumba	390.148,759	8.971.590,150
8	Esquina Av. Raymondi c/ Jr. Cayumba	389.762,466	8.971.827,217
9	Esquina Av. Ucayali c/ Jr. Monzón	390.122,300	8.971.746,784
10	Esquina Av. Tito Jaime c/ Jr. Monzón	389.906,400	8.971.866,376
11	Esquina Av. Amazonas c/ Jr. José Prato	390.265,175	8.971.791,234
12	Esquina Av. Alameda Perú c/ Jr. José Prato	390.076,792	8.971.903,418
13	Esquina Av. Raymondi c/ Jr. José Prato	389.885,233	8.972.028,301
14	Esquina Av. Ucayali c/ Jr. Lamas	390.237,659	8.971.947,868
15	Esquina Av. Tito Jaime c/ Jr. Lamas	390.034,458	8.972.069,576
16	Esquina Av. Amazonas c/ Jr. Pucallpa	390.390,059	8.971.999,726
17	Esquina Av. Alameda Perú c/ Jr. Pucallpa	390.233,425	8.972.091,801
18	Esquina Av. Raymondi c/ Jr. Pucallpa	390.003,767	8.972.230,443
19	Esquina Av. Ucayali c/ Jr. Chiclayo	390.155,109	8.972.277,010
20	Esquina Av. Tito Jaime c/ Jr. Chiclayo	390.163,575	8.972.279,127
21	Esquina Av. Amazonas c/ Jr. San Alejandro	390.510,709	8.972.205,043
22	Esquina Av. Alameda Perú c/ Jr. S. Alejandro	390.322,326	8.972.317,227
23	Esquina Av. Raymondi c/ Jr. San Alejandro	390.128,650	8.972.434,702
24	Esquina Av. Ucayali c/ Jr. Aucayacu	390.486,368	8.972.356,385
25	Esquina Av. Tito Jaime c/ Jr. Aucayacu	390.276,817	8.972.484,444
26	Esquina Av. Amazonas c/ Jr. Aguaytia	390.630,301	8.972.412,477
27	Esquina Av. Alameda Perú c/ Jr. Aguaytia	390.441,917	8.972.524,660
28	Esquina Av. Raymondi c/ Jr. Aguaytia	390.253,534	8.972.640,019
29	Esquina Av. Ucayali c/ Jr. Julio Burga	390.608,076	8.972.563,819
30	Esquina Av. Tito Jaime c/ Julio Burga	390.396,409	8.972.676,002

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Instalación del sonómetro

- Colocamos el sonómetro en el trípode de sujeción a 1,5 m sobre el piso. El operador se alejó lo máximo posible del equipo, considerando las características del mismo, para evitar apantallarlo.
- Dirigimos el micrófono hacia la fuente emisora, y registramos las mediciones.
- Al término de éste, nos desplazamos al siguiente punto elegido repitiendo la operación anterior.
- No se realizaron mediciones en condiciones meteorológicas extremas que podían afectar la medición (lluvia, tormentas, etc.).
- Antes de iniciar la medición, se verificó que el sonómetro esté en ponderación A y función o modo "Fast".

Los puntos monitoreados en las estaciones se ubicaron en el límite de la calzada, como se muestra en la Figura 3.

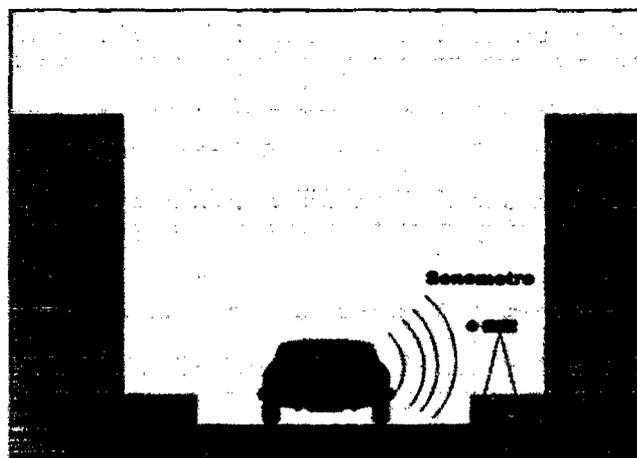


Figura 3. Ubicación del sonómetro en la medición para fuentes vehiculares.

(INDECOPI, 2007).

3.3.4. Identificación de las unidades del ruido

El nivel de presión sonora continuo equivalente (L_{eq}) ponderado en A es el parámetro que se midió para la comparación con la norma ambiental (ECA Ruido). También se midieron los Niveles de Presión Sonora Máximo y Mínimo.

3.3.5. Medición del ruido

- Se realizó la medición y se grabaron los datos obtenidos en los 10 minutos por cada estación de monitoreo, para promediarlo.
- En la Ficha de monitoreo se anotaron los eventos ruidosos que ocurren durante el período en que se está midiendo.
- Se contaron el número de vehículos que pasan en el intervalo de medición, distinguiendo los tipos (por ejemplo: pesados, livianos, motocicletas) que se anotaron en la ficha de monitoreo y se utilizaron para la corrección de los datos obtenidos.
- Con la ayuda del Anemómetro se tomaron en cuenta los datos de temperatura y presión atmosférica que se utilizaron para corregir los datos obtenidos. También se registraron los datos de humedad relativa y velocidad del viento, para conocer la influencia de estos parámetros en el nivel de presión sonora obtenidos en cada estación.
- Se descargaron los datos grabados en un ordenador, para su posterior procesamiento de datos.
- En el procesamiento de datos, se observaron los valores para el L_{max} y el L_{min} y se calculó el L_{AeqT} (siendo $T=1$ minuto), en base a la ecuación 1.

$$L_{AeqT} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \right] \quad (1)$$

Dónde:

L_i = Nivel de presión sonora ponderado A instantáneo o en un tiempo T de la muestra i.

n = Cantidad de mediciones en la muestra i.

Al ser el tráfico automotor, el ruido evaluado; las mediciones se realizaron en los horarios de mayor tráfico u horas puntas, en todas las estaciones de monitoreo en los siguientes intervalos de tiempo:

Cuadro 6. Intervalos de tiempo de monitoreo.

DIURNO	07:30 - 09:00 horas
VESPERTINO	12:30 - 02:00 horas
NOCTURNO	22:00 - 23:30 horas

Las estaciones de monitoreo se agruparon de modo que se puedan hacer mediciones con 3 repeticiones en el mismo horario y punto, dichos horarios de monitoreo por grupo se muestran en el Anexo.

3.3.6. Corrección de datos

Se corrigieron los datos según el Cuadro 1, de modo que la incertidumbre asociada a las mediciones se calculó con la ecuación 2.

$$u(L_{Aeq,T}) = \sqrt{(1 \cdot u_{\text{sonómetro}})^2 + (1 \cdot u_{\text{cond_operación}})^2 + (1 \cdot u_{\text{clima y suelo}})^2 + (C_{\text{residual}} \cdot u_{\text{residual}})^2} \quad (2)$$

3.3.6.1. Incertidumbre debida a la instrumentación

La incertidumbre debida a la instrumentación se pudo obtener realizando la siguiente suma, según VICENTE:

$$u_{\text{sonómetro}} = \delta(L_{Aeq,T}) = \delta_{PFE} + \delta_{PFA} + \delta_{LS} + \delta_{RMS} + \delta_{PT} + \delta_{CA} + \delta_{ES} + \delta_{TS} + \delta_{PS} \quad (3)$$

Dónde:

δ_{PFE} : Incertidumbre asociada a la corrección de calibración eléctrica del nivel de presión sonora con ponderación A. Declarada en el certificado de calibración del sonómetro por el laboratorio para esta prueba.

$$(\delta_{PFE}) = \frac{U_E}{K_n} \quad (4)$$

Donde $K_n=2$, considerando una probabilidad de encontrar el verdadero valor de la magnitud en el intervalo señalado por la incertidumbre ampliada del 95.445% Y donde U_E es la incertidumbre expandida certificada.

δ_{PFA} : Incertidumbre asociada a la corrección de calibración acústica del nivel de presión sonora con ponderación A. Declarada en el certificado de calibración del sonómetro.

$$(\delta_{PFA}) = \frac{U_A}{K_n} \quad (5)$$

Donde $K_n=2$, considerando una probabilidad de encontrar el verdadero valor de la magnitud en el intervalo señalado por la incertidumbre ampliada del 95.445% Y donde U_A es la incertidumbre expandida certificada.

δ_{LS} : Incertidumbre de la corrección asociada con la linealidad del sonómetro en su rango de referencia. Es la desviación típica de todos los valores de linealidad.

$$(\delta_{LS}) = \sigma_L \quad (6)$$

δ_{RMS} : Incertidumbre de la corrección asociada con detector RMS del sonómetro evaluada eléctricamente. Es la desviación típica de las desviaciones a la característica ideal del detector.

$$(\delta_{RMS}) = \sigma_R \quad (7)$$

δ_{PT} : Incertidumbre de la corrección asociada con la función de ponderación temporal. Se supone una distribución uniforme de los posibles valores de la incertidumbre en el intervalo determinado por la desviación máxima obtenida ($\Delta_{PT} = 0,1$).

$$(\delta_{PT})_{fast \ o \ slow} = \frac{\Delta_{PT}}{\sqrt{3}} = \frac{0,1}{\sqrt{3}} \geq 0,0577dB \quad (8)$$

δ_{CA} : Incertidumbre de la corrección asociada con el ajuste inicial del sonómetro utilizando un calibrador acústico. La incertidumbre se debe a la propia resolución del sonómetro. La incertidumbre se debe a la propia resolución del sonómetro, por medio de la ecuación 9.

$$(\delta_{CA}) = \frac{E_S}{2\sqrt{3}} \quad (9)$$

δ_{ES} : Incertidumbre de la corrección asociada a la resolución finita del valor de la indicación del sonómetro. Siendo E_S la resolución finita del sonómetro o lo que es lo mismo el dígito menos significativo, cuando volcamos los datos.

$$(\delta_{ES}) = \frac{E_S}{2\sqrt{3}} \quad (10)$$

δ_{TS} : Incertidumbre correspondiente a la corrección asociada con la influencia de las variaciones de temperatura.

$$\delta_{TS} = \frac{\alpha_M \cdot (23^\circ\text{C} - T_M)}{\sqrt{3}} \quad (11)$$

Donde $\alpha_M = 0,015$ es el coeficiente de variación con la temperatura. Y T_M es la temperatura en grados Celsius en el momento de la medición.

δ_{PS} : Incertidumbre correspondiente a la corrección asociada con la influencia de las variaciones de la presión barométrica. Siendo P_M la presión barométrica de medida y $\gamma_M = 0,019$ el coeficiente de variación de la presión ponderado en frecuencia.

$$\delta_{PS} = \frac{\gamma_M \cdot (1013\text{hPa} - P_M)}{\sqrt{3}} \quad (12)$$

3.3.6.2. Incertidumbre debida a las condiciones de operación

La incertidumbre estándar X para tráfico rodado según INDECOPI (2007) se calcula a través de la ecuación 13.

$$u_{\text{cond_operación}} = \frac{10}{\sqrt{n}} \text{ dB} = X \quad (13)$$

Siendo n el número total de vehículos.

3.3.6.3. Incertidumbre debidas al clima y al suelo

Se calcularon la incertidumbre asociada a las condiciones del clima y del suelo por medio de la ecuación 14.

$$u_{\text{clima y suelo}}(L_{\text{Aeq.T}})\sigma_m = 0.5 \text{ dB} = Y \quad (14)$$

3.3.6.4. Incertidumbre debida al sonido residual

El nivel sonoro residual se calculó según las siguientes condiciones, como menciona INDECOPI (2007):

- Si $L_{\text{medido}} - L_{\text{residual}} > 10 \text{ dB} \rightarrow L_{\text{corregido}} = L_{\text{medido}}$ (En este caso no hay corrección)
- Si $3 \text{ dB} < L_{\text{medido}} - L_{\text{residual}} < 10 \text{ dB} \rightarrow L_{\text{corregido}} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{\text{medido}}}{10}} - 10^{\frac{L_{\text{residual}}}{10}} \right) \text{ dB}$
- Si $L_{\text{medido}} - L_{\text{residual}} < 3 \text{ dB} \rightarrow$ No se puede corregir. Se debe indicar en los resultados.

A continuación, se calcula la incertidumbre del nivel sonoro residual por medio de la ecuación 15.

$$u_{\text{residual}}(L_{\text{Aeq.T}}) = \sqrt{\sigma_S^2 - \sigma_0^2} \quad (15)$$

σ_s = incertidumbre del nivel sonoro específico.

σ_0 = incertidumbre del nivel sonoro total medido actual.

El coeficiente de sensibilidad del sonido residual se expresa por medio de la ecuación 16.

$$C_{\text{residual}} = \frac{-10^{L_{\text{resid}}/10}}{10^{L_{\text{total}}/10} - 10^{L_{\text{resid}}/10}} \quad (16)$$

Obtenidas todas las incertidumbres se calculó la combinada, tal como aparece indicado en el Cuadro 1, luego el valor de la incertidumbre combinada, y finalmente se halló la expandida, que se obtuvo multiplicando su valor por 2 (VICENTE, 2010).

3.4. Unidades y variables experimentales

3.4.1. Unidades experimentales

La unidad en estudio son las estaciones de monitoreo.

3.4.2. Variable dependiente

La variable dependiente es el Nivel de presión sonora.

3.4.3. Variables independientes

Para una mejor comprensión en la investigación, estas variables independientes se llamarán variables complementarias. Entre estas variables independientes tenemos:

- Densidad vehicular.

- Humedad relativa.
- Temperatura.
- Presión barométrica.
- Velocidad del viento.

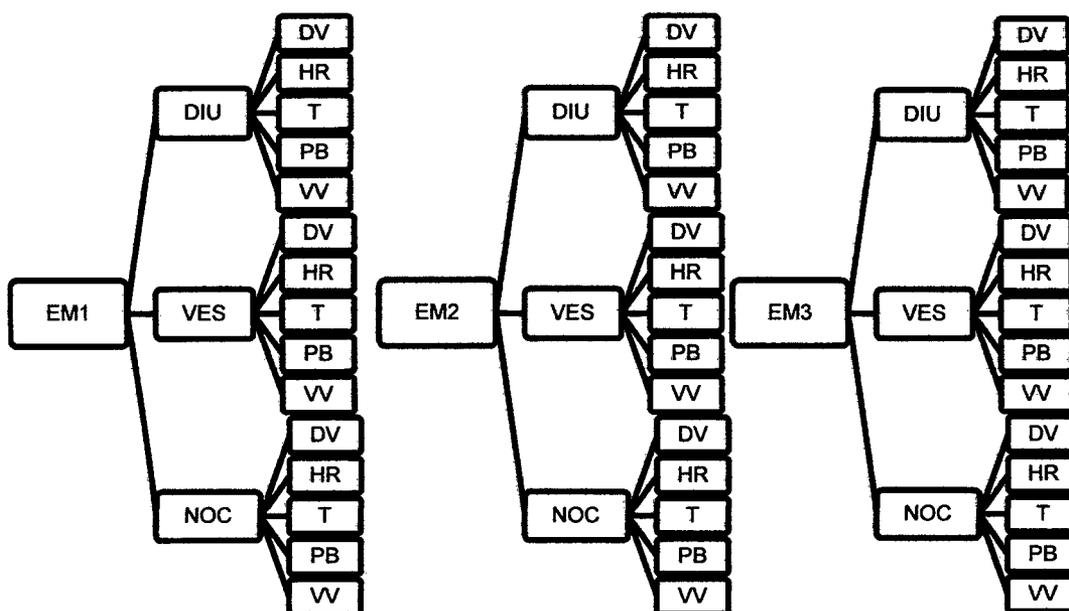
3.4.4. Variables de clasificación

Entre las variables de clasificación tenemos:

- Puntos de monitoreo.
- Horario de evaluación.

3.5. Diseño experimental

Se aplicó un diseño descriptivo longitudinal correlacional con 30 estaciones de monitoreo (EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6, EM7... EM30) y 3 turnos al día, los 7 días de la semana.



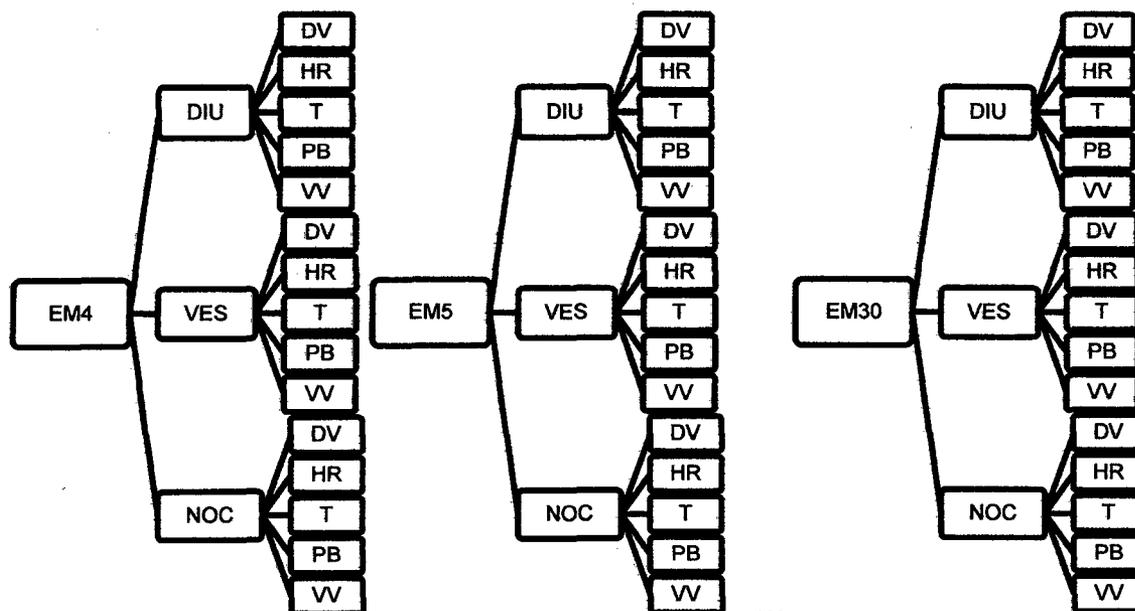


Figura 4. Diseño experimental.

[EM]: 1, 2, 3, 4, 5, ..., 30 Estaciones de monitoreo, [DIU]: Monitoreo diurno, [VES]: Monitoreo vespertino, [NOC]: Monitoreo nocturno, [DV]: Densidad Vehicular, [HR]: Humedad Relativa, [T]: Temperatura, [PB]: Presión Barométrica, [VV]: Velocidad del viento.

Cuadro 7. Diseño experimental.

Punto de monitoreo (UE)	Horario de monitoreo	Periodo de monitoreo	Repetición
EM 1	DIU	10 min	30
EM 1	VES	10 min	30
EM 1	NOC	10 min	30
.	DIU	10 min	30
.	VES	10 min	30
.	NOC	10 min	30
EM 30	DIU	10 min	30
EM 30	VES	10 min	30
EM 30	NOC	10 min	30

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Análisis estadístico

3.6.1. Inferencia sobre variables de clasificación

Para inferir sobre los puntos de monitoreo y el horario de evaluación se utilizó un diseño completo al azar (DCA) con arreglo factorial 30 x 3; los cuales tuvieron 3 repeticiones por turno. Con ello obtuvimos 90 tratamientos. Siendo el factor A, los puntos de monitorio (30) y el factor B los horarios de evaluación (3). Posteriormente se utilizó una prueba de medias, la prueba de DGC para identificar el tratamiento (Punto de monitoreo) con mayores dB diferenciadas estadísticamente.

3.6.1.1. Análisis de varianza

Cuadro 8. Análisis de varianza para variables de clasificación.

Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL)
Tratamientos	89
Factorial	89
Factor A	29
Factor B	2
Factor A * Factor B	58
Error	1800
Total	1889

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2. Inferencia sobre variables independientes o complementarias

Para determinar la influencia de las variables independientes o complementarias que son 5, se aplicó un diseño de análisis multivariado de

componentes principales para resumir la influencia de estas 5 variables sobre el nivel de presión sonora. Asimismo; se utilizó un modelo de agrupamiento (análisis de conglomerados) para los puntos de monitoreo, para agrupar puntos estadísticamente iguales, utilizando el método de Ward y distancia Euclídea en el cual se permite formar grupos donde cada punto de monitoreo del mismo grupo son estadísticamente iguales. Se utilizó estadística descriptiva para explicar con mayor detalle los resultados.

3.6.3. Análisis de las encuestas

Se utilizó estadística descriptiva para explicar los resultados así como un análisis correlacional para determinar variables de la encuesta que se encontraron correlacionadas entre si y las que expliquen mejor los niveles de presión sonora.

IV. RESULTADOS

4.1. Identificación de los puntos, días y turnos con mayor nivel de presión sonora de marzo a julio

El monitoreo a los 30 puntos situados en la zona urbana de la ciudad de Tingo María en los meses de marzo a julio, se realizó de lunes a domingo, en 3 turnos de medición: mañana, tarde y noche.

En las Figuras 5, 6 y 7 observamos los valores promedio de los niveles de presión sonora (LAeqT) para los turnos mañana, tarde y noche de los 30 puntos monitoreados, donde podemos apreciar que para el turno mañana y tarde el punto 8 correspondiente a la esquina de la Av. Raymondi con Jr. Cayumba tiene el valor más elevado (77 dB y 77,2 dB respectivamente); mientras que en la noche el punto 22 correspondiente a la Av. Alameda Perú con Jr. San Alejandro es el que presente el valor más elevado (78,9 dB).

Los puntos de monitoreo que mostraron los niveles de presión más bajos fueron: punto 17 correspondiente a la Av. Alameda Perú con Jr. Pucallpa con 70,6 dB, en el turno mañana; el punto 14 correspondiente a la Av. Ucayali con Jr. Lamas con 10,4 dB, en el turno tarde y el punto 29 correspondiente a la Av. Ucayali con Jr. Julio Burga, con 68 dB en el turno noche.

Puntos de monitoreo

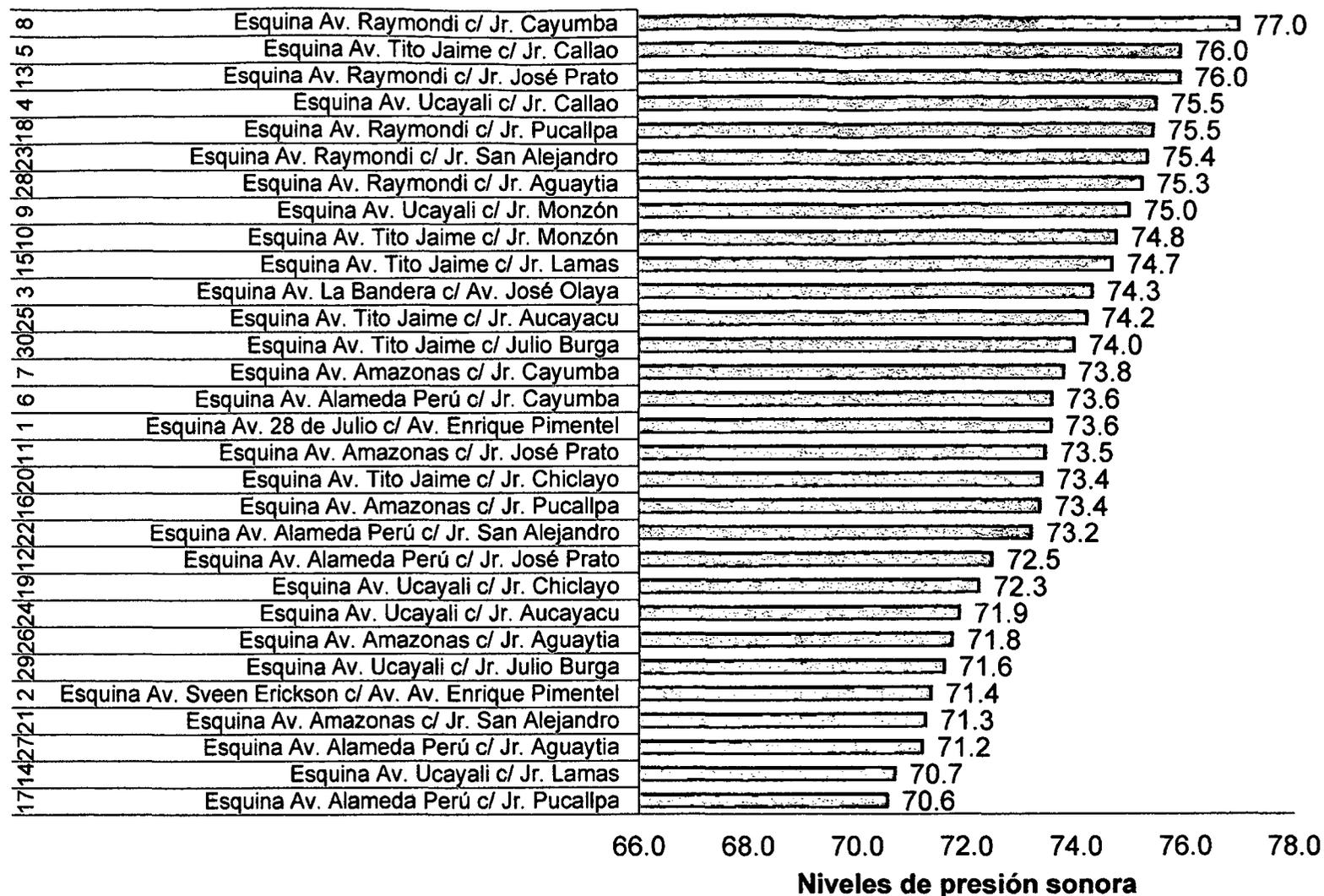


Figura 5. Valores promedio del LAeqT para el turno mañana de cada punto de monitoreo.

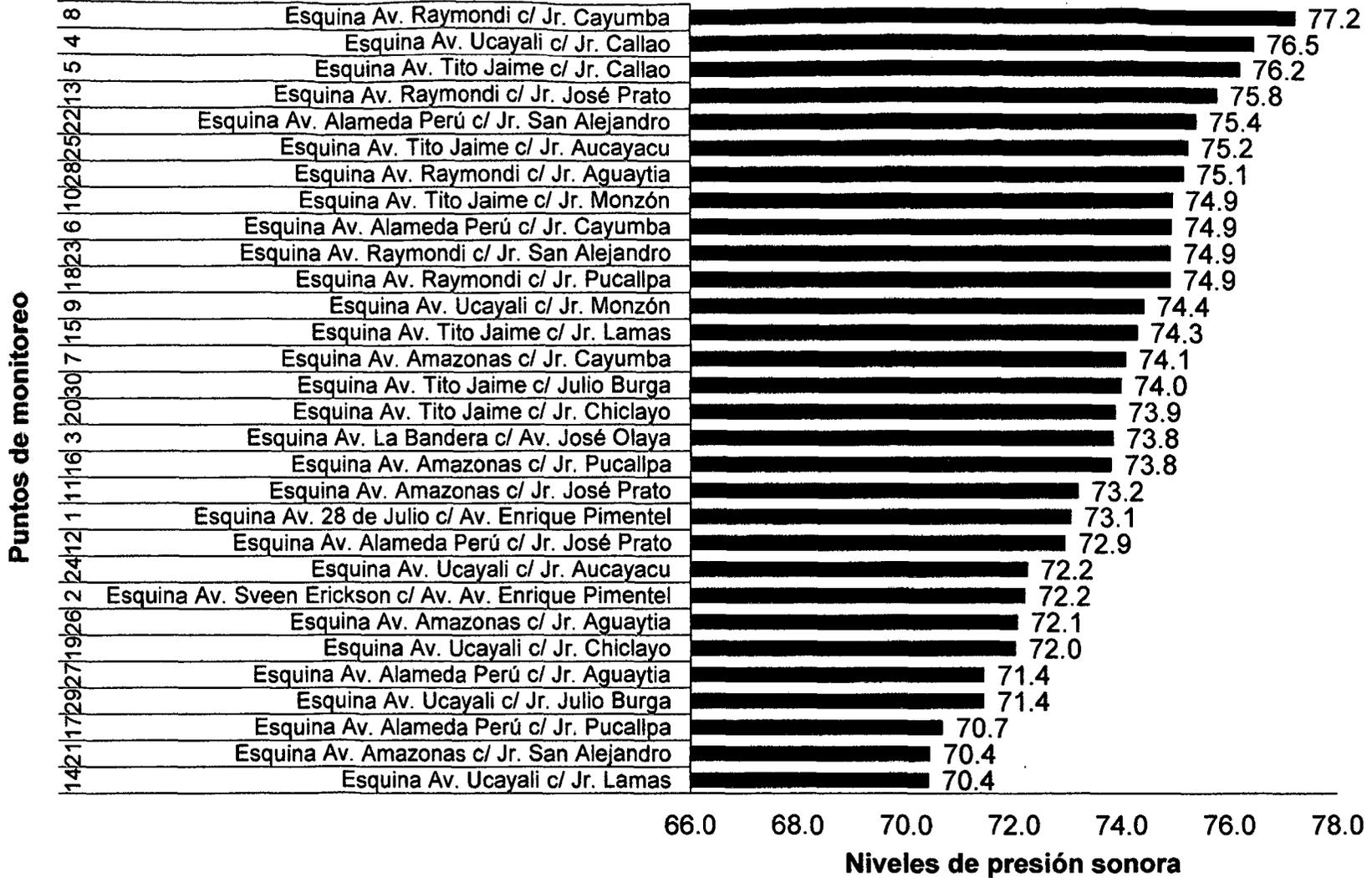


Figura 6. Valores promedio del LAeqT para el turno tarde de cada punto de monitoreo.

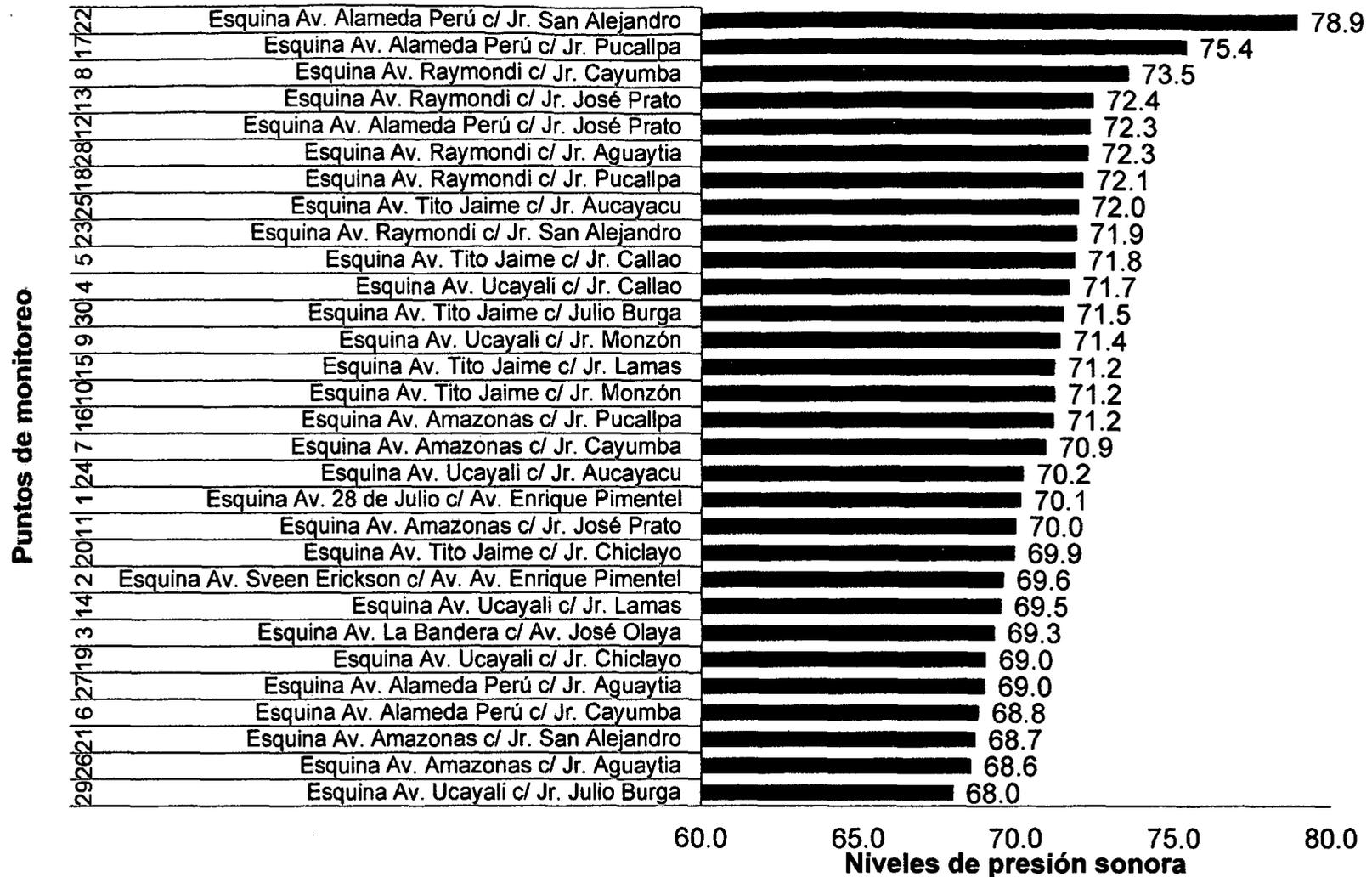


Figura 7. Valores promedio del LAeqT para el turno nocturno de cada punto de monitoreo.

Los valores máximos para cada día de monitoreo sobrepasan los 80 dB y los valores mínimos están entre 60 y 65 dB; sobrepasando los ECAs para ruido (Figura 8).

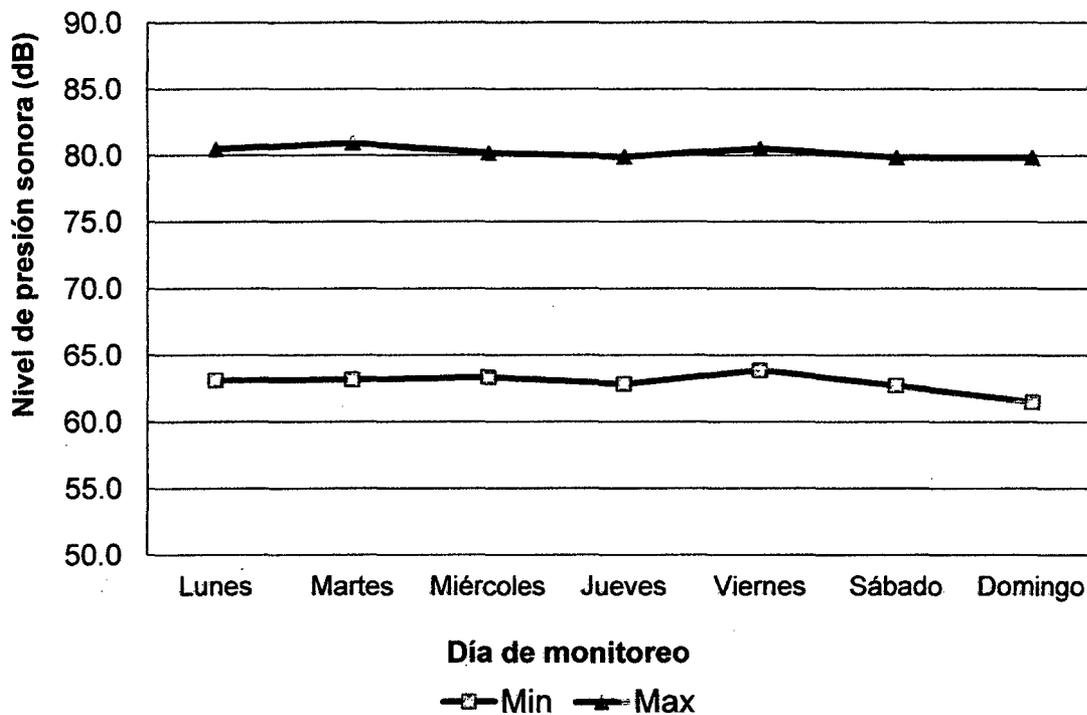


Figura 8. Valores máximos y mínimos del LAeqT promedio para cada día de monitoreo.

Los valores de nivel de presión sonora en el horario diurno (promedio de mañana y tarde) son menores los días domingos en comparación con los demás días de la semana.

Mientras que en el turno nocturno los días viernes son los que tiene el valor más alto de nivel de presión sonora (Figura 9).

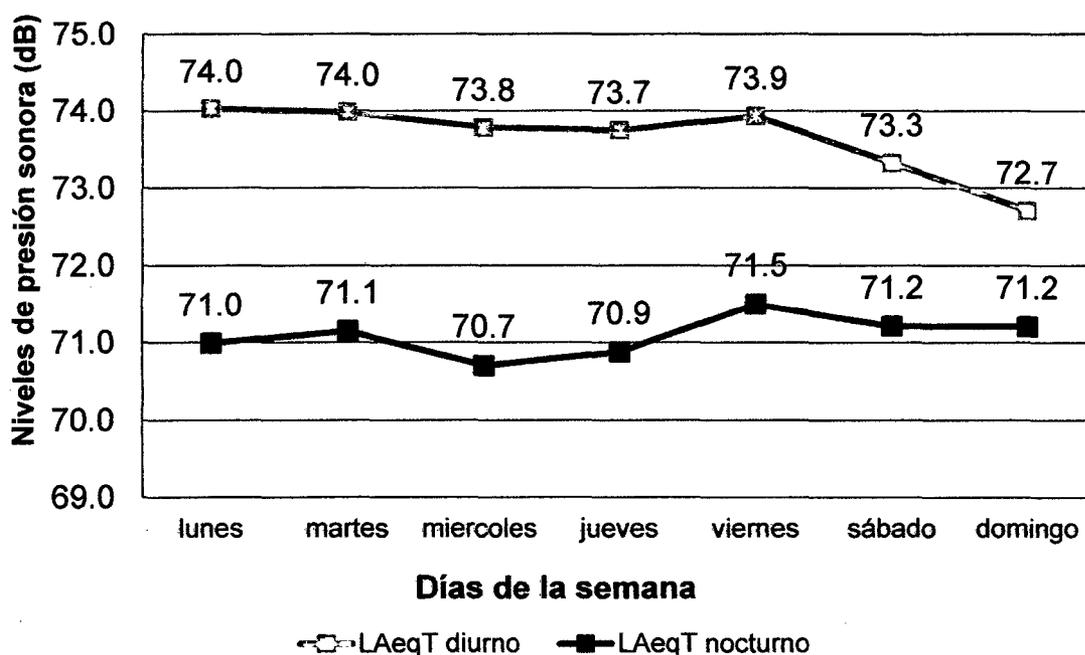


Figura 9. Valores del LAeqT diurno y nocturno promedio, para cada día de la semana.

4.2. Datos del caudal vehicular de marzo a julio

Se realizó el conteo del número de vehículos por categoría (motocicletas, livianos y pesados) que transitaban en los 10 minutos de monitoreo en cada estación, obteniendo como resumen el cuadro 9. En el cual, observamos que en el turno tarde (entre las 12:30 y 2:00 pm.) es donde hay un mayor caudal vehicular; mientras que en el turno noche es donde hay menor cantidad de caudal vehicular; este caudal se debe en su mayoría a los vehículos livianos correspondiente a trimóviles como bajaj y motokar, autos y camionetas. El punto de monitoreo 1 correspondiente a la Av. Enrique Pimentel con la Av. 28 de Julio; es por donde transitan el mayor número de vehículos pesados.

Cuadro 9. Número de vehículos promedio por categoría contabilizados en los puntos de monitoreo.

PUNTOS DE MONITOREO	MAÑANA			TARDE			NOCHE		
	MOTOS	LIVIANOS	PESADOS	MOTOS	LIVIANOS	PESADOS	MOTOS	LIVIANOS	PESADOS
1	81	203	6	116	219	4	85	100	2
2	59	160	3	101	194	3	79	92	2
3	55	138	2	59	125	1	38	65	1
4	87	236	1	134	261	1	68	94	0
5	77	217	2	82	236	1	49	88	1
6	29	130	0	39	137	0	22	76	0
7	79	172	3	104	160	2	68	72	1
8	111	272	4	144	318	3	100	119	2
9	85	155	1	100	161	1	75	99	0
10	75	186	2	97	198	1	64	86	1
11	65	154	2	80	137	2	58	65	1
12	62	112	1	79	155	1	90	127	1
13	119	199	4	104	198	2	87	109	1
14	55	73	1	69	82	1	59	54	0
15	75	153	2	90	163	1	71	79	1
16	50	158	2	75	134	2	55	76	1
17	28	74	1	45	92	0	117	108	0
18	72	177	3	84	205	2	80	98	1
19	56	71	1	62	76	0	55	62	0
20	60	126	2	84	155	1	65	80	1
21	55	150	2	64	128	2	46	63	1
22	48	94	1	78	134	0	134	132	1

Cuadro 9. Continuación.

PUNTOS DE MONITOREO	MAÑANA			TARDE			NOCHE		
	MOTOS	LIVIANOS	PESADOS	MOTOS	LIVIANOS	PESADOS	MOTOS	LIVIANOS	PESADOS
23	63	173	2	82	174	2	62	80	1
24	52	108	1	66	104	1	53	54	1
25	54	134	2	89	179	1	67	86	1
26	44	111	2	57	105	1	35	50	2
27	42	81	0	63	98	1	56	72	0
28	68	160	3	78	183	3	58	86	2
29	35	109	2	46	97	1	24	44	1
30	43	116	4	64	127	2	41	73	2
PROMEDIO	62	146	2	81	158	1	65	83	1

Los punto 8 y 4 se obtuvieron el mayor número promedio de vehículos que transitaron en 10 minutos, en el turno de la mañana y tarde; mientras que en el horario nocturno es el punto 22 en el que transitan más vehículos (Figura 10).

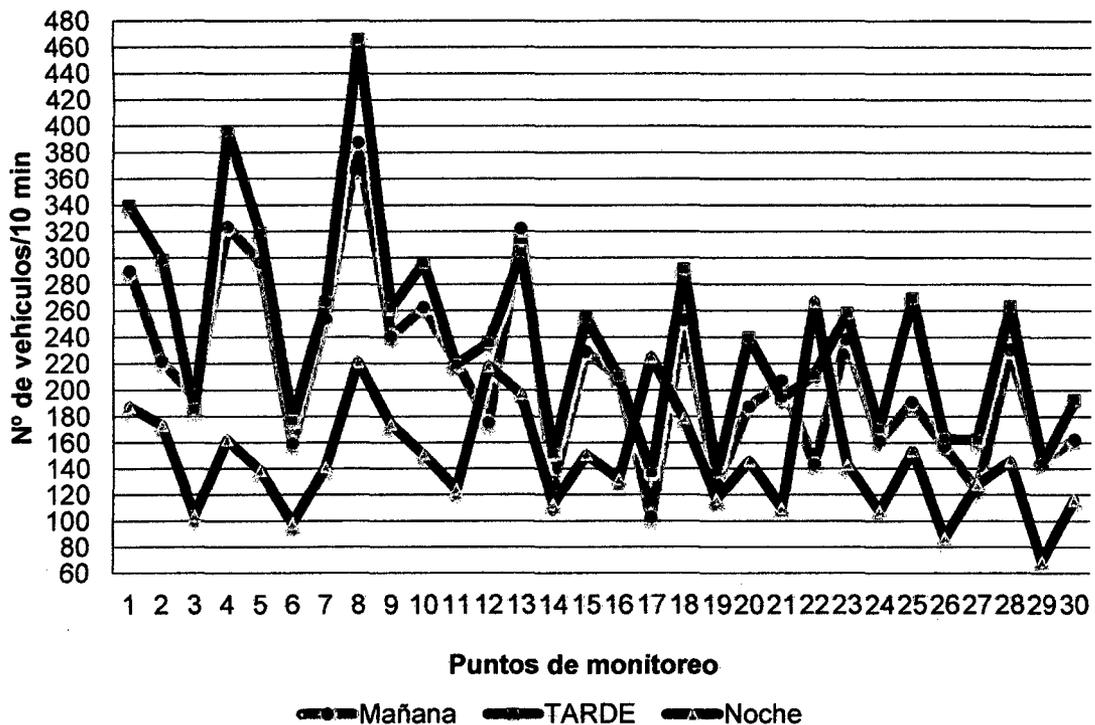


Figura 10. Promedio del N° total de vehículos/10 minutos que transitan por cada punto de monitoreo en diferentes turnos.

El turno de la tarde, es decir entre las 12:30 y 2:00 pm., es donde hay mayor tránsito de vehículos, siendo los días lunes los de mayor caudal vehicular, en la mañana y tarde; mientras que en la noche, los días domingos es donde hay mayor tránsito de vehículos (Figura 11).

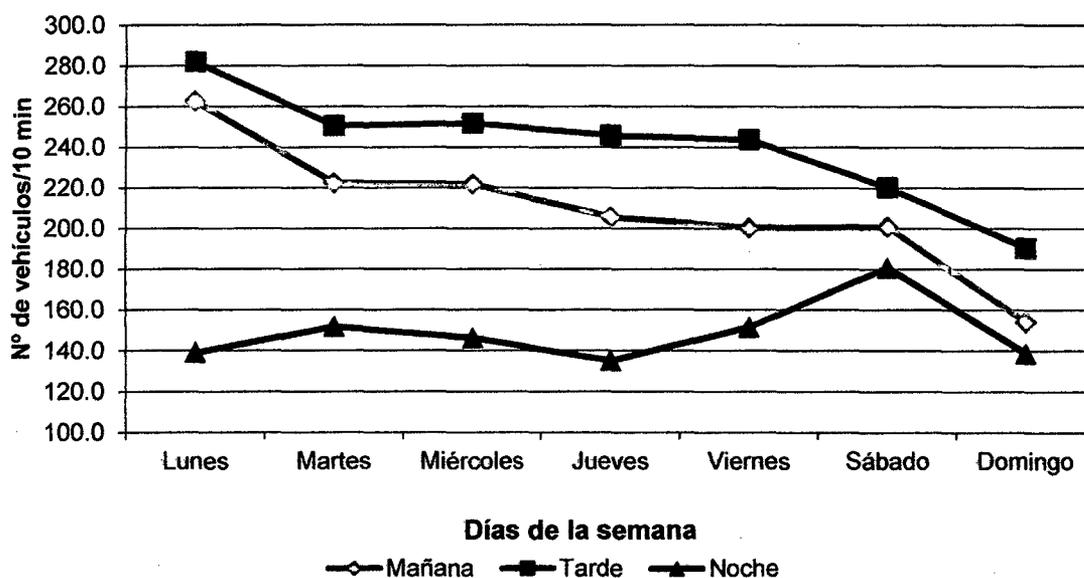


Figura 11. Promedio del N° total de vehículos/10 minutos que transitan en los días de la semana en diferentes turnos.

Los vehículos livianos son los que más transitan por la zona urbana de la ciudad de Tingo María. Tanto motocicletas como vehículos livianos transitan en su mayoría en el turno de la tarde (Figura 12).

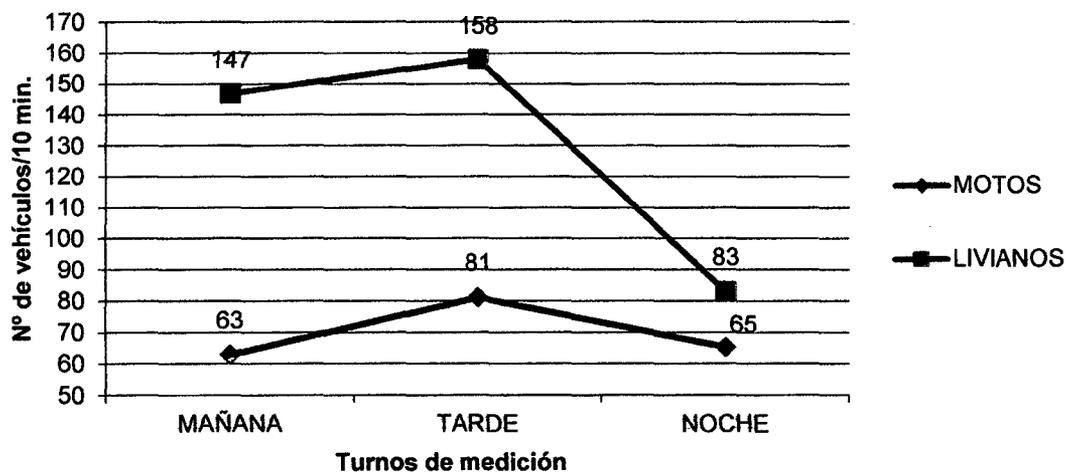


Figura 12. Promedio del N° total promedio de vehículos livianos y motocicletas contabilizadas en 10 minutos que transitan en los 3 turnos en estudio.

4.3. Corrección de datos

La corrección de los datos se realizó siguiendo la metodología dada por INDECOPI (2007) y VIVENTE (2010), donde se obtuvieron los valores finales de la incertidumbre de medición expandida por punto y turno de monitoreo como se muestra en el cuadro 10, estos datos se obtuvieron después de hallar la incertidumbre debido a la instrumentación (W), a las condiciones de funcionamiento (X), a las condiciones meteorológicas (Y) y al sonido residual (Z) como se puede observar en el cuadro 1. En el cuadro 10 que las incertidumbres halladas son diferentes; esto se debe a que en la incertidumbre de instrumentación, se usan la temperatura y presión barométrica, de igual manera el sonido residual y el de las condiciones de funcionamiento que está en función al conteo de vehículos; haciendo esto, a que haya diferencias.

Finalmente esta incertidumbre puede afectar a los niveles de presión sonora medidos, de manera positiva o negativa, es decir sumarle o restarle este valor, por tanto se obtienen 2 cuadros más de niveles de presión sonora (L_{AeqT}) corregidos; donde se observa por colores (Cuadro 11 y 12 del anexo). En el Cuadro 11 observamos el resumen de las correcciones, donde vemos, que cuando la incertidumbre influye positivamente, los niveles de presión sonora se elevan, incluso en el turno nocturno el punto 22 sobrepasa los 80 dB, mientras que si la incertidumbre influye de manera negativa los niveles de presión sonora en la mayoría de puntos se mantienen entre los 65 y 70 dB en la noche.

Cuadro 10. Valores de la incertidumbre de medición expandida para cada punto de monitoreo, día y turno de medición.

PUNTOS	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			SÁBADO			DOMINGO		
	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.
1	1,8	1,9	2,4	2,0	1,8	2,4	1,8	1,9	2,3	2,0	1,8	2,3	1,9	1,8	2,2	1,9	1,7	2,1	2,3	2,1	2,4
2	2,2	2,1	2,3	2,3	1,9	2,8	2,0	2,3	2,4	2,2	1,8	2,5	2,1	1,9	2,6	2,7	1,8	2,2	2,1	2,0	2,4
3	1,8	2,1	2,9	2,2	2,5	3,0	2,7	2,4	2,9	2,4	2,4	3,1	2,5	2,3	2,8	2,4	2,5	3,1	2,7	2,6	3,1
4	1,9	1,7	2,5	2,0	1,8	2,7	1,6	1,6	2,7	1,8	1,8	2,5	2,0	1,7	2,2	2,0	2,1	2,4	2,2	2,1	2,3
5	1,7	1,7	2,5	2,0	2,2	2,4	2,2	2,0	2,9	1,9	2,0	2,8	2,0	2,1	2,7	1,9	1,9	2,5	2,6	2,0	2,7
6	2,5	2,3	3,8	2,4	2,6	3,0	2,3	2,5	3,0	2,7	2,3	3,0	2,5	2,5	2,9	2,5	2,5	2,9	2,4	2,4	3,5
7	1,8	1,7	2,5	2,1	2,0	2,6	2,1	2,3	2,6	2,1	2,2	3,0	1,9	2,0	2,7	2,1	1,9	2,4	2,4	2,4	2,5
8	1,6	1,8	2,2	1,9	1,6	2,4	1,6	1,7	2,2	1,9	1,6	2,3	1,9	1,6	2,1	1,8	1,9	1,9	1,8	1,8	2,3
9	2,0	1,7	2,7	2,1	2,1	2,3	2,0	1,9	2,2	2,1	2,1	2,5	2,3	2,1	2,4	2,0	2,2	2,2	2,2	2,2	2,5
10	1,7	1,7	2,4	1,9	1,9	2,5	2,4	1,9	2,4	2,0	2,2	2,8	2,4	2,2	2,5	1,9	1,9	2,5	2,3	2,0	2,8
11	1,8	2,3	2,7	1,9	1,9	2,4	2,4	2,4	3,0	2,5	2,4	3,1	2,1	2,1	2,7	2,4	2,2	2,8	2,8	2,3	2,7
12	2,4	1,9	2,5	2,2	2,3	2,2	2,4	2,0	2,2	2,4	2,1	2,5	2,3	2,1	2,2	2,4	2,3	2,2	2,8	2,3	2,3
13	1,8	2,3	2,3	2,0	1,7	2,4	1,8	1,8	2,5	2,3	1,8	2,3	2,2	2,0	2,6	2,0	2,3	1,9	2,1	2,0	2,4
14	2,7	2,5	2,9	2,5	2,3	2,7	2,7	2,8	3,2	2,8	2,2	3,0	2,9	2,6	2,7	2,8	3,0	2,8	2,8	2,8	3,1
15	2,0	1,8	2,4	2,0	2,1	2,6	2,1	1,9	2,4	2,0	2,0	2,6	2,5	2,4	2,5	2,3	2,1	2,5	2,5	2,2	2,9
16	2,0	2,1	2,7	1,9	2,0	2,5	2,0	2,0	2,5	2,6	2,6	3,1	2,4	2,3	2,7	2,4	2,3	2,8	2,6	2,5	2,7
17	2,7	2,6	2,8	2,8	3,0	2,5	3,1	2,4	2,4	3,1	2,5	2,4	2,6	2,4	2,4	3,4	2,9	2,0	3,5	2,9	2,3
18	1,8	1,9	2,5	2,1	1,9	2,4	1,9	1,9	2,3	2,3	2,1	2,6	2,2	1,8	2,6	2,1	2,0	1,9	2,2	2,1	2,6
19	2,3	2,6	2,7	2,5	2,5	2,8	2,8	2,7	2,9	2,6	2,4	2,9	2,9	2,5	2,9	3,1	2,8	2,6	3,3	2,8	2,9

[MAÑ.]: Mañana, [TAR.]: Tarde, [NOC.]: Noche.

Cuadro 10. Continuación.

PUNTOS	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			SÁBADO			DOMINGO		
	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.
20	3,2	1,8	2,7	2,1	2,2	2,4	2,5	2,0	2,6	2,2	2,1	2,5	2,5	2,2	2,5	2,3	2,1	2,5	2,7	2,7	2,9
21	2,1	2,2	2,9	2,1	2,0	2,8	2,4	2,1	2,9	1,9	2,3	2,9	2,3	2,3	2,9	2,4	2,4	2,9	2,9	2,7	3,0
22	2,5	2,0	2,3	2,3	2,4	1,9	2,9	2,2	2,1	2,5	2,1	2,3	2,5	2,1	2,2	2,6	2,4	1,9	3,1	2,4	2,0
23	2,0	2,0	2,5	2,1	2,0	2,5	1,9	2,2	2,6	2,3	2,1	4,0	2,2	2,0	2,8	2,1	2,0	2,3	2,2	2,1	2,6
24	2,4	2,5	2,9	2,5	2,3	2,7	2,4	2,4	3,2	2,4	2,6	3,2	2,1	2,8	2,7	2,7	2,5	3,0	2,8	2,8	3,0
25	2,1	1,8	2,7	2,2	2,1	2,4	2,6	1,9	2,6	2,2	2,1	2,5	2,3	2,0	2,4	2,2	2,1	2,3	2,5	2,3	2,8
26	2,6	2,4	3,8	2,6	2,2	2,9	2,2	2,4	3,2	2,3	2,4	3,0	2,1	2,3	3,0	3,0	2,7	3,5	3,0	2,7	3,3
27	2,4	2,4	2,9	2,6	2,9	3,0	2,7	2,5	2,6	2,8	2,5	2,8	2,8	2,2	2,7	2,9	2,6	2,4	3,0	2,7	2,6
28	2,0	1,9	2,5	2,2	2,2	3,1	2,1	2,1	2,6	2,2	2,0	2,7	2,2	2,0	2,8	2,0	1,8	2,2	2,4	2,1	2,5
29	2,5	2,6	3,7	2,7	2,4	3,1	2,8	2,4	3,9	2,3	2,5	3,7	2,2	2,5	3,3	2,7	2,7	3,5	3,0	3,4	4,1
30	2,3	2,2	2,7	2,3	2,2	2,9	2,6	2,4	2,7	2,4	2,2	2,7	2,3	2,5	2,7	2,4	2,4	3,1	2,3	2,5	2,8

[MAÑ.]: Mañana, [TAR.]: Tarde, [NOC.]: Noche.

Cuadro 11. Valores promedios de los niveles de presión sonora (LAeqT), LAeqT + incertidumbre y LAeqT - incertidumbre por punto de monitoreo, diurno y nocturno.

PUNTOS	LAeqT+incertidumbre		LAeqT		LAeqT -incertidumbre	
	diurno	nocturno	diurno	nocturno	diurno	nocturno
1	75,14	72,46	73,23	70,14	71,31	67,82
2	73,81	72,06	71,71	69,61	69,61	67,15
3	76,29	72,30	73,89	69,31	71,50	66,32
4	77,70	74,13	75,84	71,66	73,99	69,19
5	77,89	74,48	75,88	71,84	73,86	69,20
6	76,63	71,97	74,17	68,81	71,70	65,66
7	76,06	73,56	73,98	70,94	71,89	68,32
8	78,86	75,73	77,11	73,53	75,37	71,34
9	76,82	73,77	74,74	71,37	72,65	68,97
10	76,95	73,77	74,91	71,21	72,88	68,66
11	75,47	72,77	73,23	70,00	70,98	67,23
12	74,68	74,64	72,40	72,34	70,12	70,03
13	77,99	74,77	75,98	72,43	73,96	70,09
14	73,22	72,44	70,56	69,52	67,90	66,61
15	76,51	73,77	74,37	71,22	72,23	68,66
16	75,83	73,88	73,57	71,18	71,31	68,48
17	73,28	77,78	70,43	75,38	67,57	72,99
18	77,04	74,53	75,02	72,11	72,99	69,69
19	74,57	71,86	71,87	69,05	69,16	66,23
20	75,51	72,52	73,17	69,95	70,83	67,37
21	73,01	71,62	70,71	68,72	68,41	65,82
22	76,62	81,02	74,19	78,93	71,76	76,84
23	77,02	74,66	74,93	71,91	72,84	69,15
24	74,60	73,19	72,07	70,23	69,53	67,27
25	76,97	74,48	74,80	71,96	72,63	69,44
26	74,29	71,82	71,78	68,57	69,27	65,33
27	73,60	71,75	70,96	69,02	68,31	66,29
28	77,26	74,89	75,15	72,27	73,04	69,65
29	74,03	71,64	71,41	68,02	68,79	64,41
30	76,31	75,37	73,95	72,58	71,60	69,79
65-70 dB	0	0	0	11	9	25
70-75 dB	10	26	24	17	20	4
75-80 dB	20	3	6	2	1	1
Más 80 dB	0	1	0	0	0	0

Entre 65 - 70 dB Entre 70 - 75 dB Entre 75 - 80 dB Más de 80 dB

4.4. Comparación de los datos corregidos con la normativa

Los datos obtenidos de Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) son comparados con los Estándares de Calidad Ambiental de ruido, como se menciona en el artículo 4 del D.S. 085-2003-PCM. Son comparados el LAeqT, el LAeqT + incertidumbre y el LAeqT - incertidumbre.

El 80% de las mediciones se encuentra entre 70 - 75 dBA, el 20% restante entre 75 – 80 dBA. El valor más alto de la medición se obtuvo en el punto 8, que corresponde al cruce de la Av. Raymondi con Jr. Cayumba (Banco de la Nación) y el valor más bajo en el punto 17 que es el cruce de la Av. Alameda Perú con el Jr. Pucallpa cdra. 4 (Figura 13).

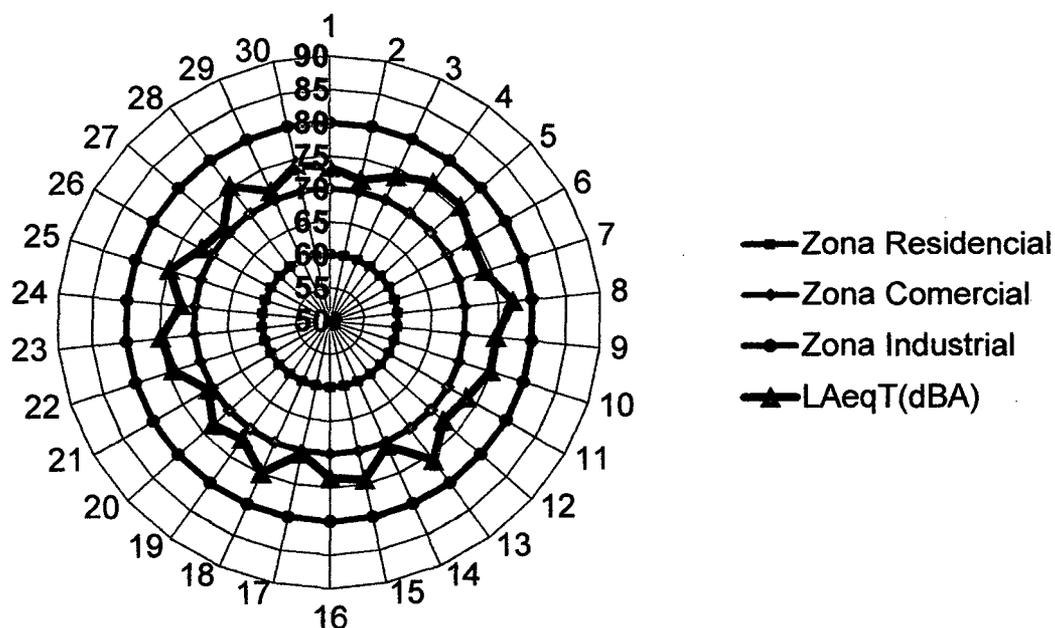


Figura 13. Valor de LAeqT (dBA) promedio obtenido vs. Nivel permitido por la normativa en el horario diurno.

El 33% de las mediciones se encuentra entre 70 - 75 dBA, el 67% restante entre 75 – 80 dBA. El valor más alto de la medición se obtuvo en el punto 8, que es el cruce de la Av. Raymondi con Jr. Cayumba (Banco de la Nación) y el valor más bajo en el punto 21 que es el cruce de la Av. Amazonas con el Jr. San Alejandro (Figura 14).

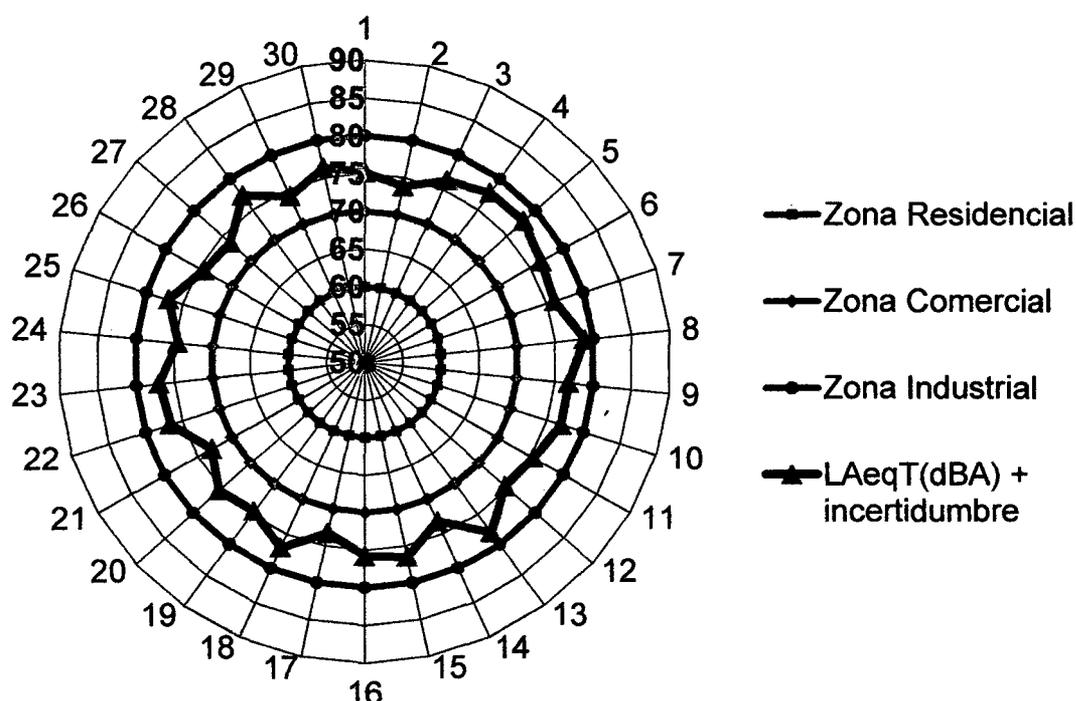


Figura 14. Valor de LAeqT (dBA) + incertidumbre promedio obtenido vs. Nivel permitido por la normativa en el horario diurno.

El 30% de las mediciones se encuentran entre 65 – 70 dBA, el 67% entre 70 - 75 dBA y el 3% restante entre 75 – 80 dBA. El valor más alto de la medición se obtuvo en el punto 8, que es el cruce de la Av. Raymondi con Jr. Cayumba (Banco de la Nación) y el valor más bajo en el punto 17 que es el cruce de la Av. Alameda Perú con el Jr. Pucallpa cdra. 4 (Figura 15).

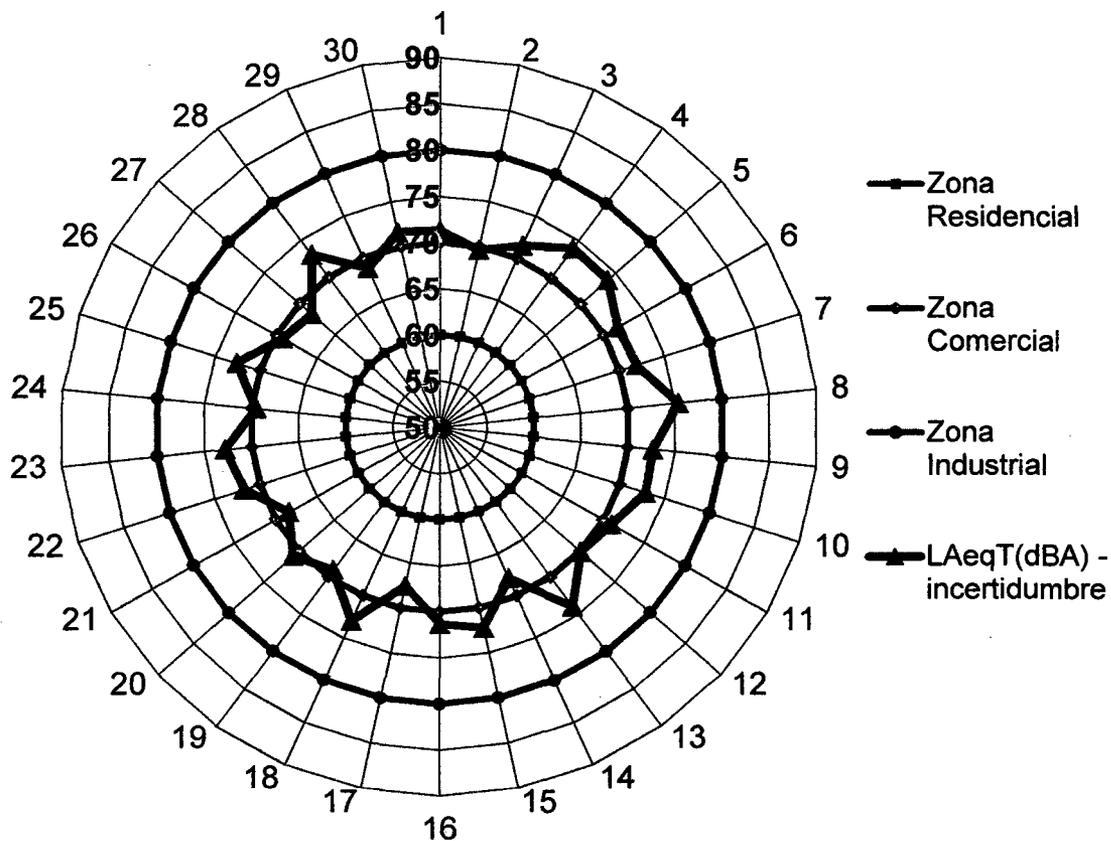


Figura 15. Valor de LAeqT (dBA) – incertidumbre promedio obtenido vs. Nivel permitido por la normativa en el horario diurno.

El 37% de las mediciones se encuentran entre 65 – 70 dBA, el 57% entre 70 - 75 dBA y el 6% restante entre 75 – 80 dBA.

El valor más alto de la medición se obtuvo en el punto 22, que es el cruce de la Av. Alameda Perú con Jr. San Alejandro y el valor más bajo en el punto 29 que es el cruce de la Av. Ucayali con el Jr. Julio Burga (Figura 16).

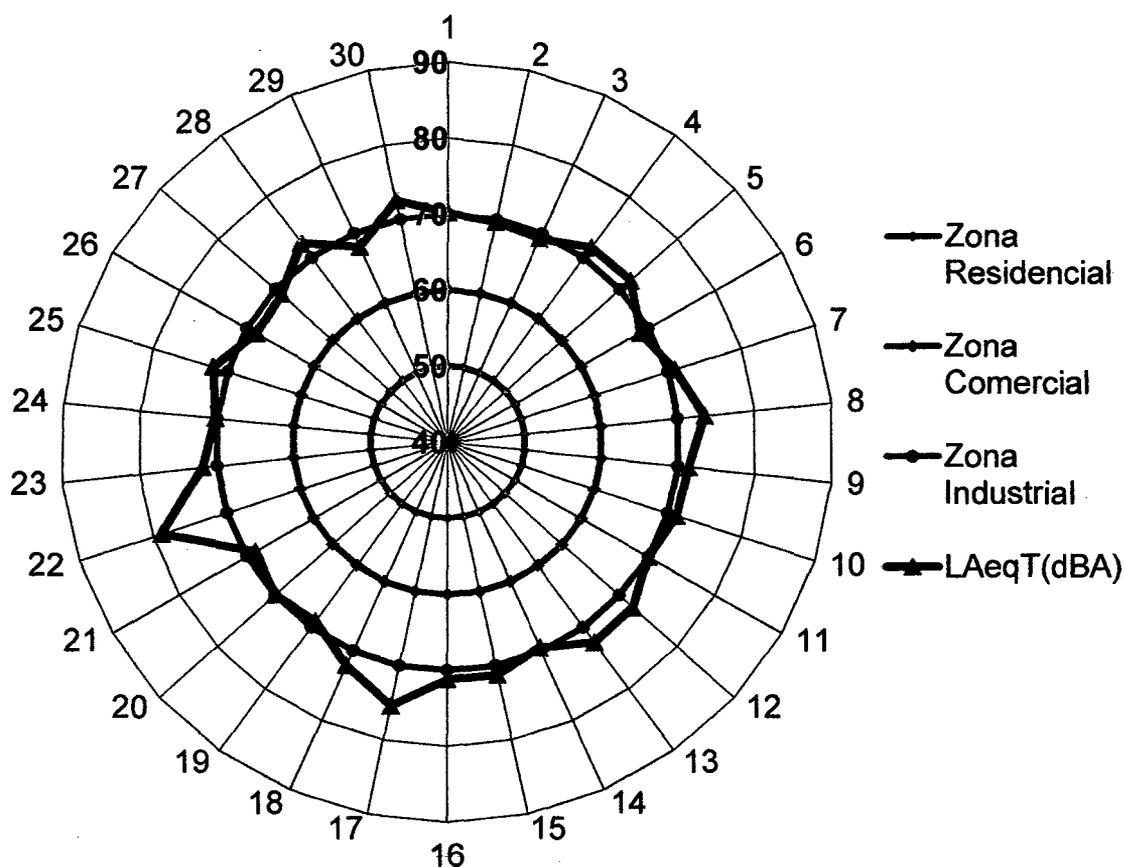


Figura 16. Valor de LAeqT (dBA) promedio obtenido vs. Nivel permitido por la normativa en el horario nocturno.

El 87% de las mediciones se encuentran entre 70 - 75 dBA, el 10% entre 75 – 80 dBA y el 3% restante con valores mayores de 80 dBA.

El valor más alto de la medición se obtuvo en el punto 22, que corresponde al cruce de la Av. Alameda Perú con Jr. San Alejandro y el valor más bajo en el punto 21 que corresponde al cruce de la Av. Amazonas con el Jr. San Alejandro (Figura 17).

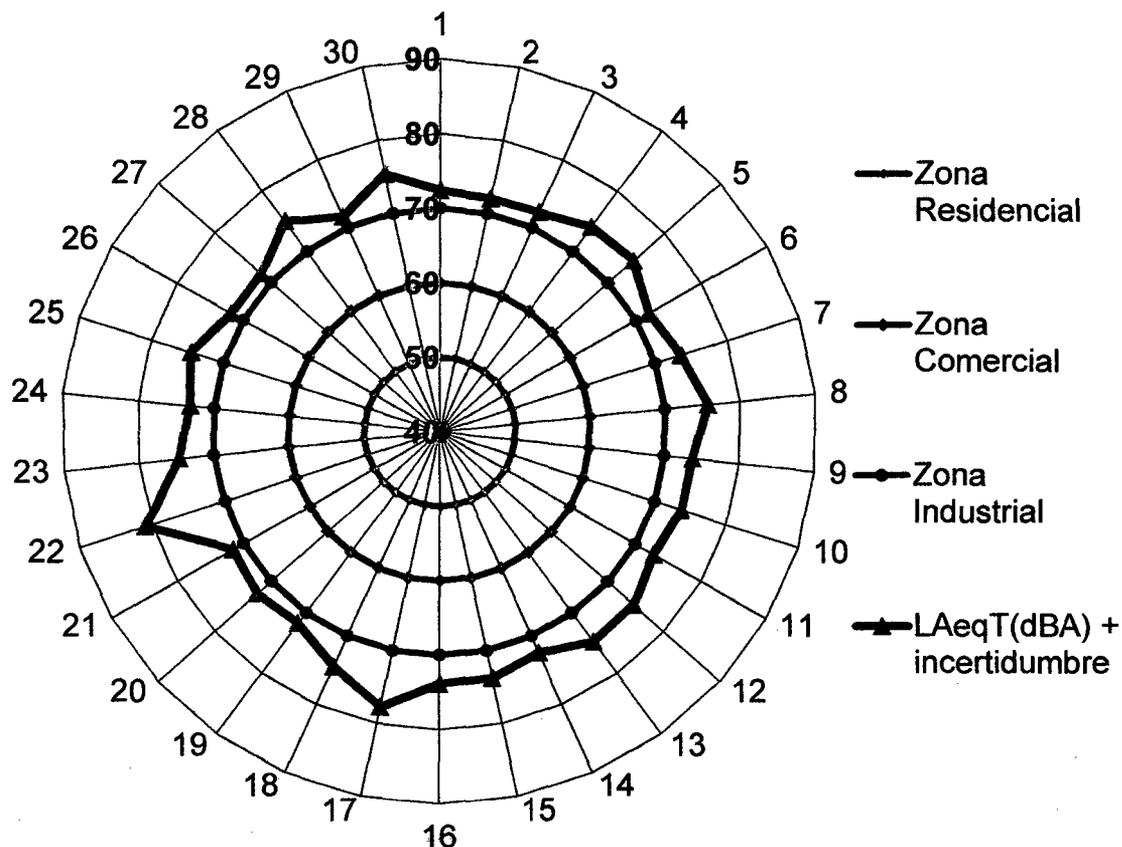


Figura 17. Valor de LAeqT (dBA) + incertidumbre promedio obtenido vs. Nivel permitido por la normativa en el horario nocturno.

El 83% de las mediciones se encuentran entre 65 – 70 dBA, el 13% entre 70 - 75 dBA y el 4% restante entre 75 – 80 dBA.

El valor más alto de la medición se obtuvo en el punto 22, que es el cruce de la Av. Alameda Perú con Jr. San Alejandro y el valor más bajo en el punto 29 que es el cruce de la Av. Ucayali con el Jr. Julio Burga (Figura 18).

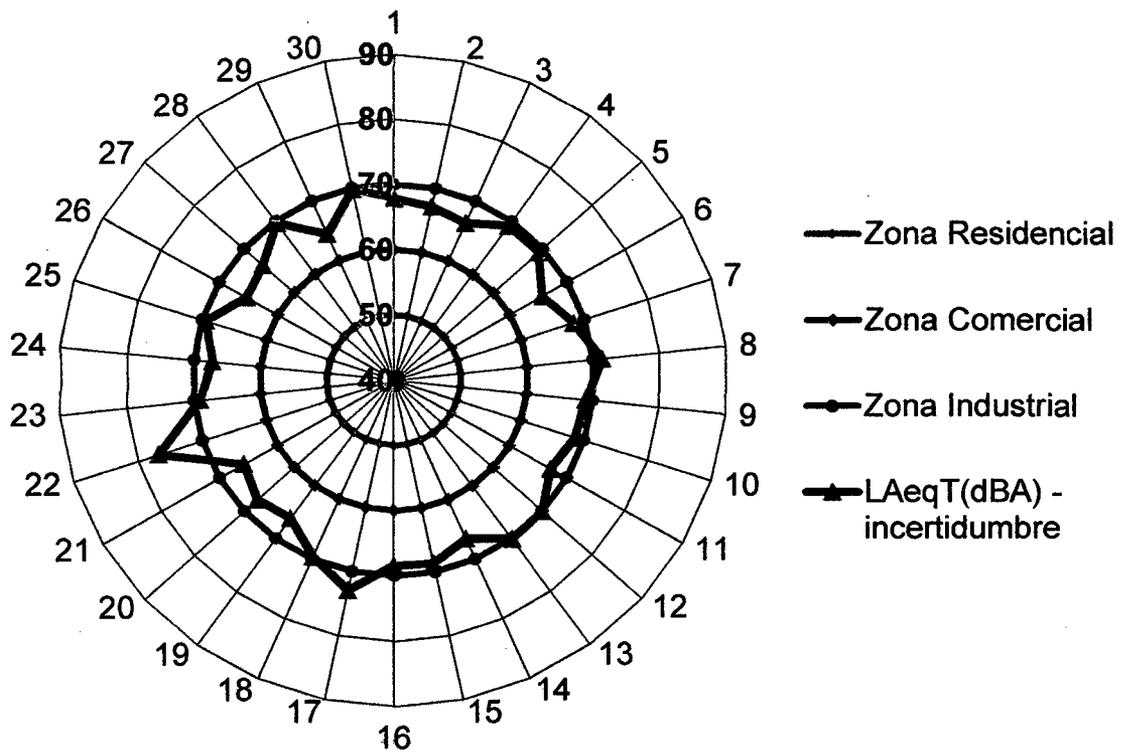


Figura 18. Valor de LAeqT (dBA) – incertidumbre promedio obtenido vs. Nivel permitido por la normativa en el horario nocturno.

4.5. Análisis estadístico de las variables

4.5.1. Inferencia sobre las variables clasificatorias

Para inferir sobre los puntos de monitoreo y el turno de evaluación se utilizó un diseño completo al azar (DCA) con arreglo factorial 30 x 3; los cuales tuvieron 3 repeticiones por turno. Con ello obtuvimos 90 tratamientos. Siendo el factor A, los puntos de monitoreo (30) y el factor B los turnos de evaluación (3)

El análisis de varianza factorial en esta investigación, nos permite estudiar si el nivel de presión sonora (LAeqT) (variable dependiente) que se

registró en los turnos de monitoreo es diferente (efecto de primer factor) y al mismo tiempo, si varios grupos de los puntos de monitoreo registran diferentes niveles de presión sonora (LAeqT).

Pero además, también permite estudiar si entre los turnos, mañana, tarde y noche se repiten o no en cada punto de monitoreo; permite determinar se la interacción entre los factores de punto de monitoreo y turno afecta a la variable dependiente (LAeqT).

Del análisis de la varianza para un diseño bifactorial, se obtuvo un R^2 de 0.64 y un R^2 corregido de 0.62

Cuadro 12. Análisis de la Varianza para un diseño bifactorial (SC tipo III).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	9601.53	89	107.88	35.83	<0.0001
TURNO	2746.93	2	1373.47	456.22	<0.0001
PM	4744.30	29	163.60	54.34	<0.0001
TURNO*PM	2110.30	58	36.38	12.09	<0.0001
Error	5418.99	1800	3.01		
Total	15020.52	1889			

[PM]: Punto de monitoreo, [SC]: Suma de cuadrados, [GL]: Grados de libertad, [CM]: Cuadrado medio, [F]: Estadístico F, [p-valor]: niveles críticos.

Como puede observarse el valor p asociado a la interacción es altamente significativo ($p < 0.05$), indicando que los factores estudiados (punto de monitoreo y turno) no actúan independientemente, es decir tienen efecto sobre el LAeqT y que sus efectos no son independientes uno del otro.

Por este motivo no se establecerán conclusiones sobre los efectos principales a partir de este cuadro, debido que la presencia de la interacción podría estar afectando el comportamiento de los factores. La forma más segura de interpretar estos datos con interacciones significativas es estudiar un factor dentro de cada uno de los niveles del otro. En este caso se debió comparar las medias según los turnos, los puntos de monitoreo y la interacción entre los factores, mediante el uso del método de comparación jerárquico Di Rienzo, Guzmán y Casanovesm (DGC), que utiliza la técnica multivariada del análisis de conglomerados, para comparar las medias que nos darán como resultados agrupamientos mutuamente excluyentes; con un nivel de significación del 0,05.

4.5.1.1. Comparación de medias según el turno

En la comparación de medias según el turno se obtuvo 2 grupos: los turnos mañana y tarde en un grupo y el turno noche en otro grupo. Es decir, estadísticamente el turno mañana y tarde son similares (Cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis utilizando el método de comparación DGC según el factor turnos de monitoreo.

TURNO	MEDIA	n	
Tarde	73.72	630	A
Mañana	73.57	630	A
Noche	71.09	630	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Fuente: Datos obtenidos después de haber analizado los valores medidos, con el software InfoStat versión Estudiantil.

4.5.1.2. Comparación de medias según el punto de monitoreo

En la comparación de medias según el punto de monitoreo se obtuvo 6 grupos con variables estadísticamente similares. Como observamos en el cuadro 14, los puntos 8 y 22, es decir los que tienen los valores más altos de niveles de presión sonora son los que formaron el grupo A.

Cuadro 14. Resumen del Análisis utilizando el método de comparación DGC según el factor puntos de monitoreo.

GRUPOS	GRUPOS DEL TEST DGC					
	A	B	C	D	E	F
Puntos de Monitoreo	8, 22	13, 5, 4, 28, 18, 23	25, 10, 9, 15, 30,	7, 16, 12, 3, 6, 20, 1, 11, 17	24, 19, 2	26, 27, 29, 14, 21
Conteo	2	6	5	9	3	5

Para poder observar de mejor manera la interacción entre los turnos y los puntos de monitoreo, se abrió la interacción, para los turnos y puntos de monitoreo.

Como se observa en el turno mañana y tarde, el punto 8 es el único punto en el grupo A, mientras que en el grupo E con menores niveles de presión sonora, se encuentran los puntos 14 y 17, correspondientes a los cruces de la Av. Ucayali con Jr. Lamas y la Av. Alameda Perú con Jr. Pucallpa, respectivamente. Mientras que en la noche, en el grupo A está el punto 22 (Cuadro 15).

Cuadro 15. Resumen del análisis de varianza y del agrupamiento por comparación de medias por partición de los turnos de monitoreo.

TURNO	R ²	R ² corregido	GRUPOS DEL TEST DGC				
			A	B	C	D	E
Mañana	0,55	0,52	8	4,5,9,10,13,1 5,18,23,28	1,3,6,7,11,16, 20,22,25,30	2,12,19,21, 24,26,27,29	14,17
			1	9	10	8	2
Tarde	0,49	0,47	8	4,5,6,10,13,1 8,22,23,25,28	1,3,7,9,11,12, 15,16,20,30	2,19,24,26, 27,29	14,17,21
			1	10	10	6	3
Noche	0,63	0,61	22	17	8	4,5,7,9,10,12, 13,15,16,18, 23,25,28,30	1,2,3,6,11, 14,19,20, 21,24,26, 27,29
			1	1	1	14	13

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos al analizar los valores medidos, con el software InfoStat versión Estudiantil.

La comparación de medias para cada punto de monitoreo, con respecto a los turnos, aquí se puede observar que en la mayoría de puntos, en los turnos mañana y tarde los valores de la variable medida (LAeqT) son estadísticamente iguales. Sin embargo hay 2 puntos de monitoreo como son: el punto 12 y 14 que en los tres turnos las mediciones obtenidas son estadísticamente similares (Cuadro 16).

El agrupamiento por comparación de medias por partición de los puntos de monitoreo se observa con mejor facilidad (Figura 19).

Cuadro 16. Resumen del análisis de varianza y del agrupamiento por comparación de medias por partición de los puntos de monitoreo.

Punto de Monitoreo	Mañana	Tarde	Noche
1	A	A	B
2	A	A	B
3	A	A	B
4	A	A	B
5	A	A	B
6	B	A	C
7	A	A	B
8	A	A	B
9	A	A	B
10	A	A	B
11	A	A	B
12*	A	A	A
13	A	A	B
14*	A	A	A
15	A	A	B
16	A	A	B
17	B	B	A
18	A	A	B
19	A	A	B
20	A	A	B
21	A	A	B
22	C	B	A
23	A	A	B
24	A	A	B
25	A	A	B
26	A	A	B
27	A	A	B
28	A	A	B
29	A	A	B
30	A	A	B

*Coeficientes de correlación significativos al nivel 0,05

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos al analizar los valores medidos, con el software InfoStat versión Estudiantil.

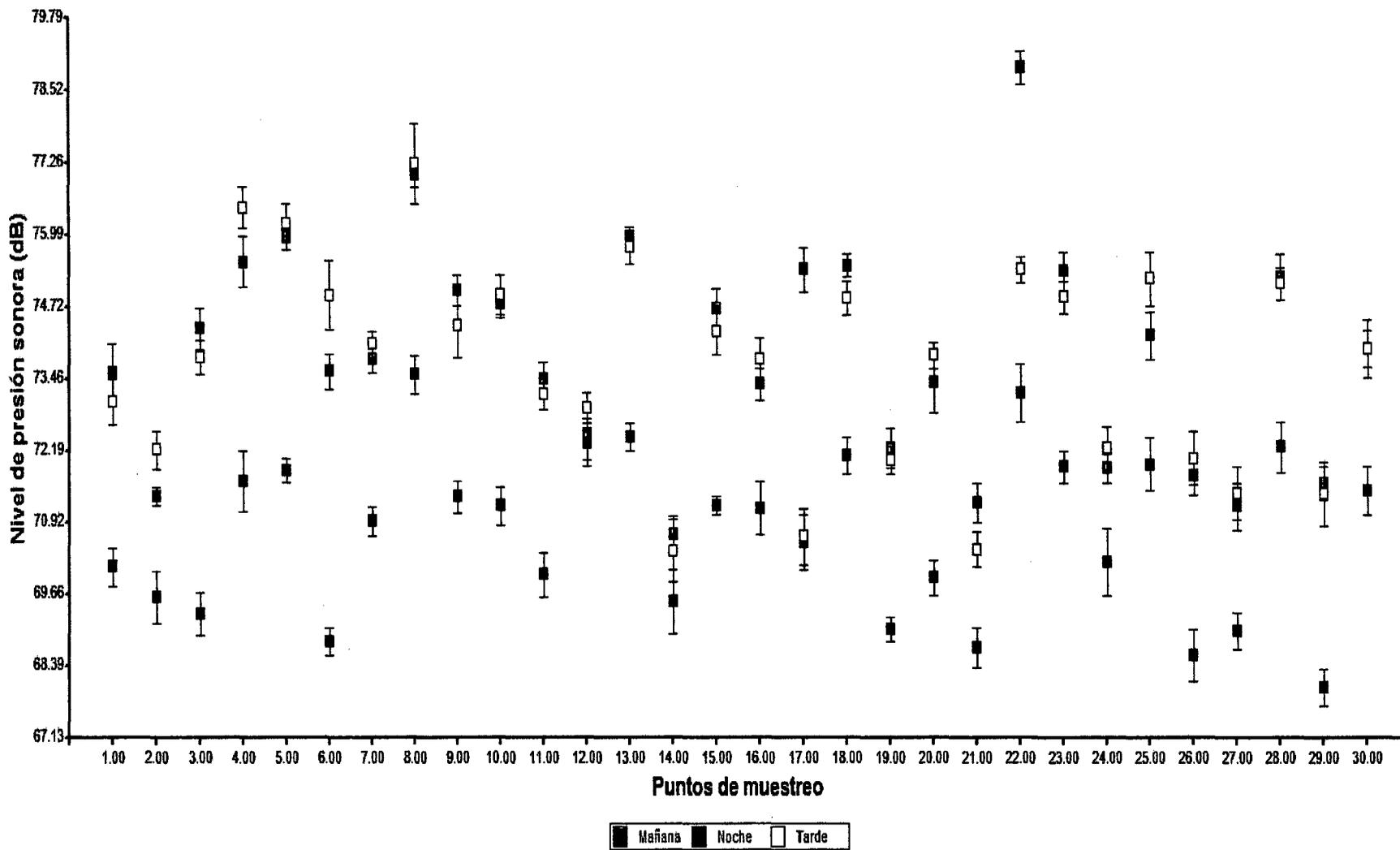


Figura 19. Resumen del agrupamiento por comparación de medias por partición de los puntos de monitoreo por turnos.

4.5.2. Inferencia sobre variables independientes o complementarias

Para determinar la inferencia de las variables independientes o complementarias, se aplicó un diseño de análisis multivariado de componentes principales para resumir la inferencia de estas 5 variables sobre el nivel de presión sonora, se utilizó un modelo de agrupamiento (análisis de conglomerados) para los puntos de monitoreo, para agrupar puntos estadísticamente similares, utilizando el método de promedio y distancia Euclídea en el cual se permite formar grupos donde cada punto de monitoreo del mismo grupo son estadísticamente iguales. El agrupamiento de los puntos de monitoreo en 6 grupos, se muestra en la Figura 20, el número de puntos y los puntos de monitoreo que pertenecen a cada grupo se puede observar en el Cuadro 19. De igual manera, la Figura 21 nos muestra el porcentaje de cada uno de los grupos, donde vemos que el grupo 3 representa el 30% del total, siendo el nivel de presión sonora promedio medido en este grupo de 72.48 dB (Cuadro 18 y Figura 22).

Cuadro 17. Resumen de los grupos obtenidos del análisis por conglomerado.

GRUPOS	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
Conteo	5	3	9	5	6	2
PUNTOS DE MONITOREO	14	2	1	9	4	8
	21	19	3	10	5	22
	26	24	6	15	13	
	27		7	25	18	
	29		11	30	23	
			12		28	
			16			
			17			
			20			

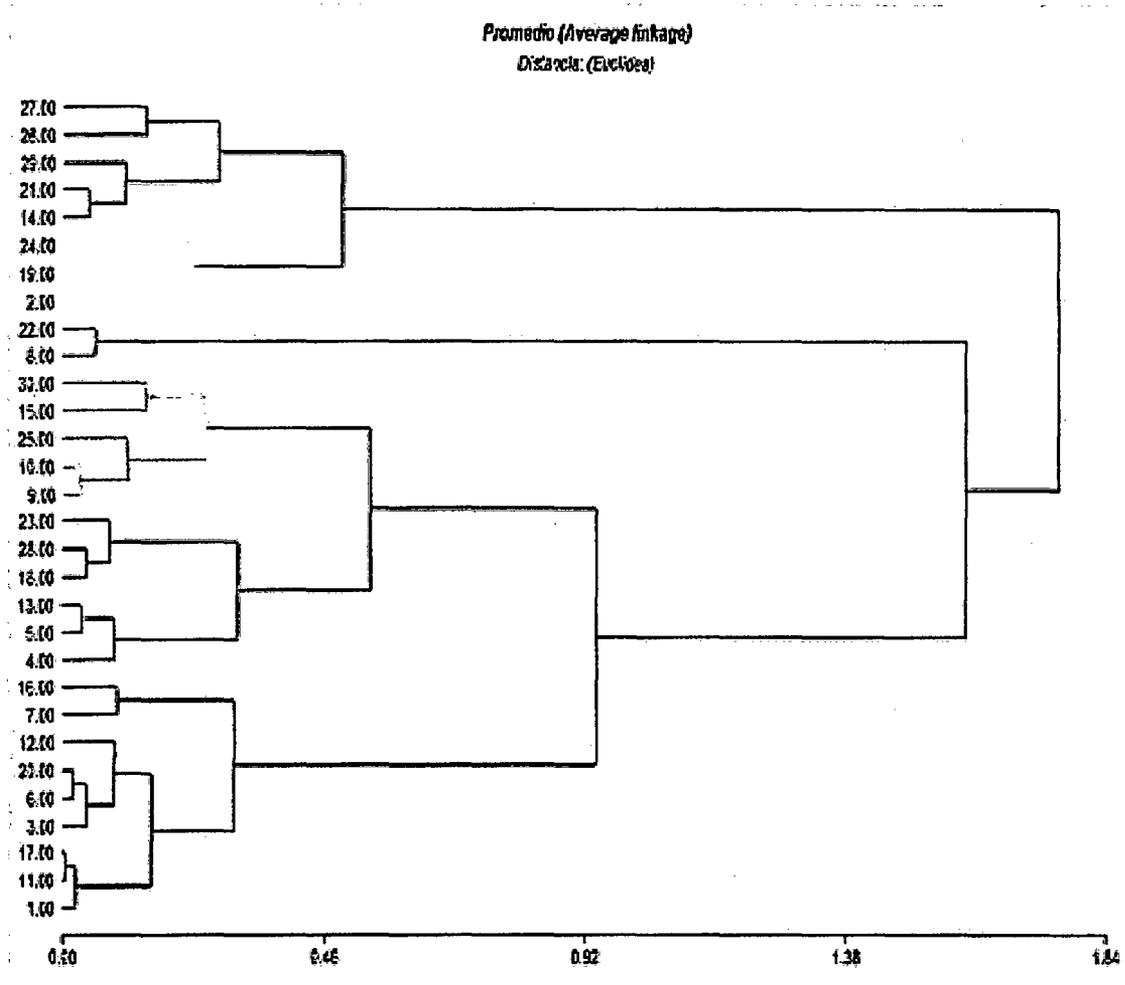


Figura 20. Dendrograma del análisis de conglomerados.

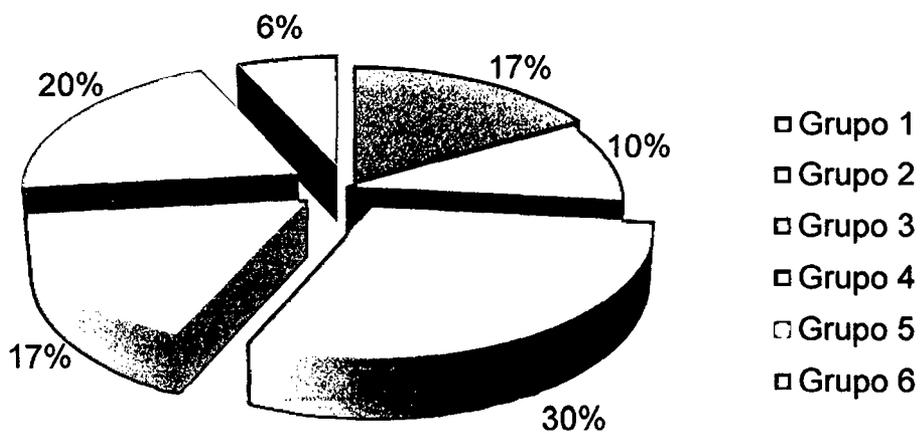


Figura 21. Porcentaje del número de puntos de monitoreo que pertenecen a cada Grupo obtenido del análisis por conglomerado.

Cuadro 18. Medidas de los grupos obtenidos del análisis por conglomerado.

Grupo	Variable	n	Media	D.E.	E.E.
Grupo 1	LAeqT promedio	315	70,42	2,27	0,13
Grupo 2	LAeqT promedio	189	71,21	1,99	0,14
Grupo 3	LAeqT promedio	567	72,48	2,46	0,10
Grupo 4	LAeqT promedio	315	73,52	2,31	0,13
Grupo 5	LAeqT promedio	378	74,39	2,27	0,12
Grupo 6	LAeqT promedio	126	75,89	2,79	0,25

Fuente: Datos obtenidos después de haber analizado los valores medidos, con el software InfoStat versión Estudiantil.

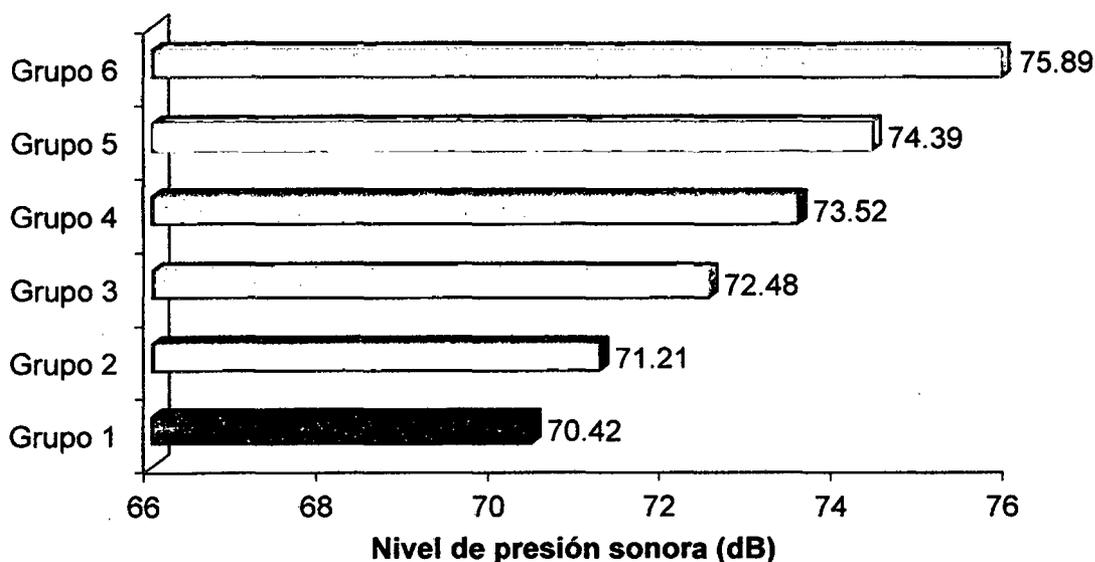


Figura 22. Promedio de los Niveles de presión sonora por los Grupos obtenidos del análisis por conglomerado.

Se realizó también un análisis multivariado por componentes principales, para definir el porcentaje de variabilidad total entre las variables de

los grupos obtenidos del análisis por conglomerados, donde puede verse en la Figura 23 al primer componente (CP1) se ve que los puntos de monitoreo 1, 2 y 3 no están asociados a las variables medidas, mientras que el grupo 5 está más asociado a la variable: temperatura, mientras que el grupo 6 a las variables: nivel de presión sonora y densidad vehicular. El grupo 4, no se encuentra muy asociado a ninguna variable en particular. A la segunda componente (CP2) se observa que separa las variables: temperatura y velocidad del viento del resto de variables, por tanto la mayor variabilidad entre los grupos se explica con estas variables. Los resultados señalan que con las dos primeras componentes (ejes) es posible explicar el 79,9 % de la variación total, tal como se indica en el Cuadro 19.

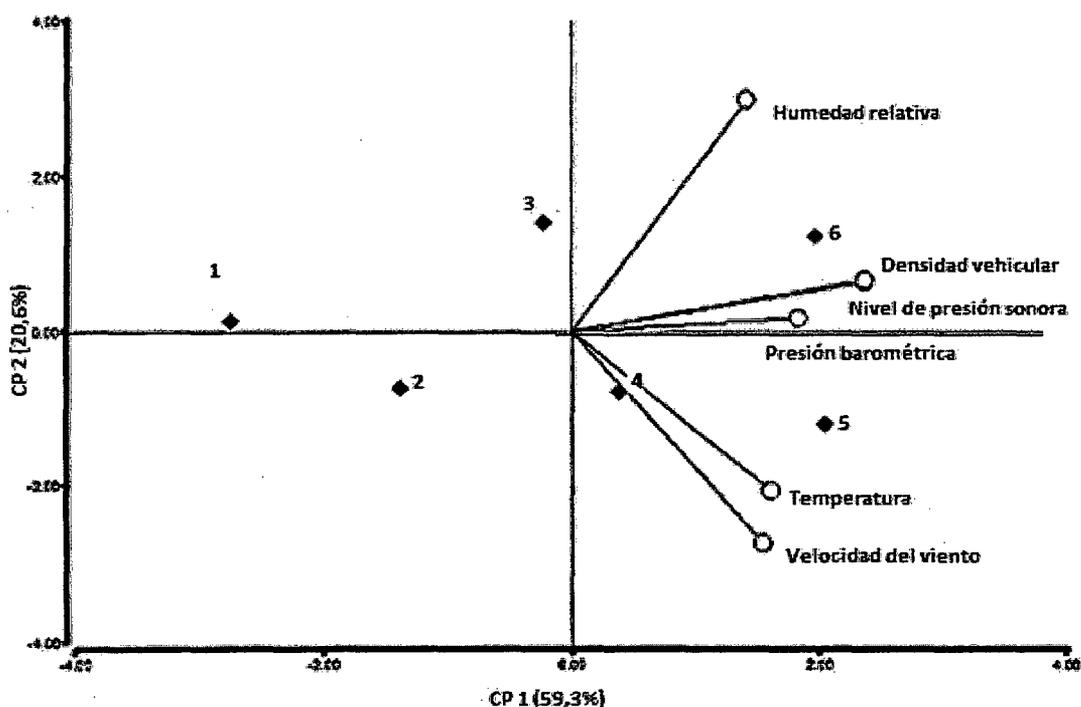


Figura 23. Biplot del análisis multivariado por componentes principales, que muestra la variabilidad de los grupos formados.

Fuente: Software InfoStat versión Estudiantil.

En el cuadro 19 y 20, se observa en el segundo lambda se tiene un acumulado de 79 % de la variación total; el primer componente (CP1) explica el 59,3 % de la variabilidad, mientras que el segundo componente (CP2) explica el 20,6 %.

Con estos dos componentes es suficiente explicar el comportamiento de las variables en estudio. Los autovectores (e1 y e2) muestran los coeficientes con que cada variable original fue ponderada para conformar las CP1 y CP2.

En este caso, se puede visualizar que al construir la CP1, todas las variables reciben valores positivos. Mientras que para construir la CP2, las variables temperatura y velocidad del viento reciben pesos negativos y las variables restantes reciben valores positivos.

Esto se interpreta que la CP2 opondrá a los grupos formados a utilizar las variables "velocidad del viento" y "temperatura" como principales variables a aquellos que usan el resto de variables, como son: "densidad vehicular", "humedad relativa", "nivel de presión sonora" y "presión barométrica".

Cabe recordar que este arreglo (CP2) utilizaría solamente las variables con pesos positivos y con ello es capaz de explicar el 79,9 % de la variación total en los grupos formados.

Cuadro 19. Análisis de componentes principales: Autovalores.

Lambda	Valor	Proporción	Proporción acumulada
1	3,56	0,59	0,59
2	1,23	0,21	0,79
3	0,88	0,15	0,94
4	0,32	0,05	1,00
5	0,01	0,0013	1,00
6	0,00	0,00	1,00

Fuente: Software InfoStat versión Estudiantil.

Cuadro 20. Análisis de componentes principales: Autovectores.

Variabes	e1	e2
Nivel de presión sonora	0,51	0,14
Temperatura	0,35	-0,45
Humedad relativa	0,30	0,64
Presión barométrica	0,39	0,04
Velocidad del viento	0,33	-0,59
Densidad vehicular	0,51	0,14

Fuente: Software InfoStat versión Estudiantil.

4.6. Percepción de la población a través del análisis de encuestas

Se utilizó la estadística descriptiva para explicar los resultados de la encuesta; así como un análisis correlacional para determinar variables de la encuesta que se encontraron correlacionadas entre sí y las que expliquen

mejor los niveles de presión sonora. El análisis se realizó por los grupos formados en el análisis por conglomerados para su mejor análisis.

4.6.1. Daño que causa el ruido a la salud

Se encontró que el 71% de los encuestados si conoce el daño causado por el ruido a la salud, mientras que el 29% restante no conoce los daños. De este porcentaje de encuestados que no conocen los daños, el grupo 4 tiene el mayor porcentaje (57,14%) que respondieron no (Figuras 24 y 25).

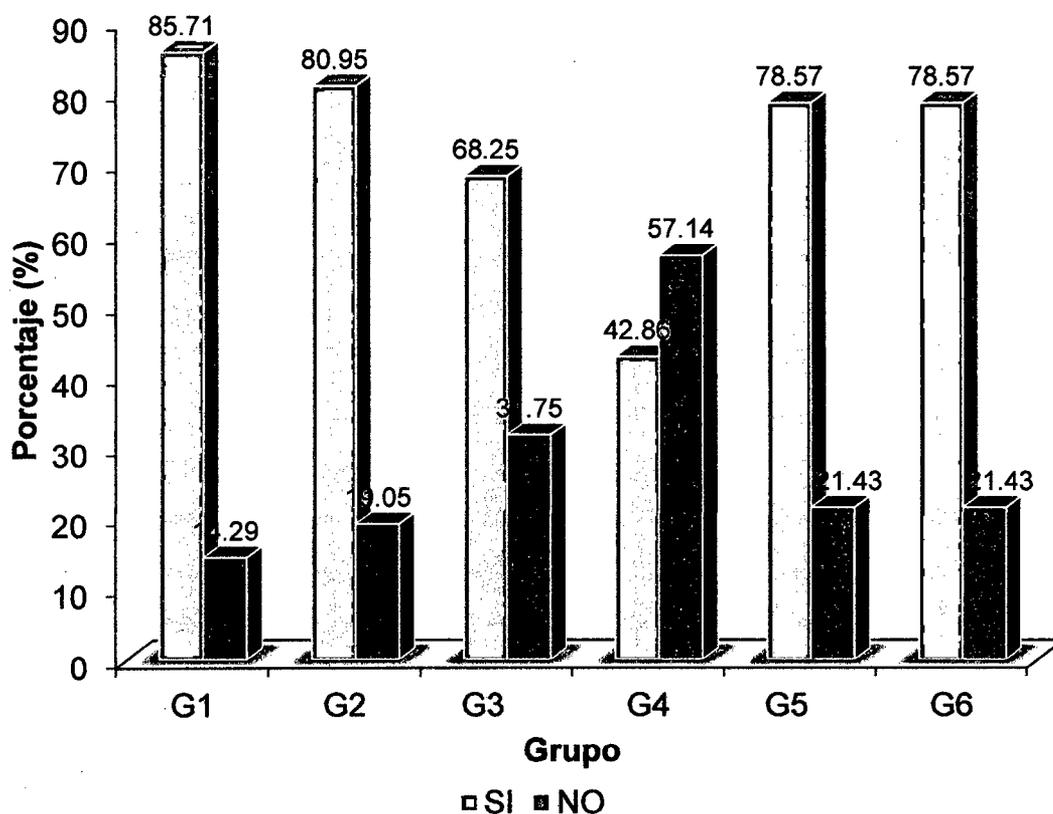


Figura 24. Porcentaje de encuestados por grupos, que conocen y que no conocen el daño causado por el ruido a la salud.

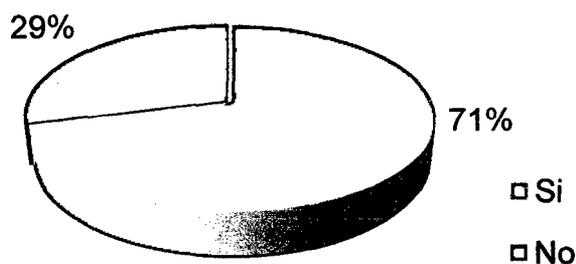


Figura 25. Porcentaje promedio de encuestados, que conocen y que no conocen el daño causado por el ruido a la salud.

4.6.2. Intensidad que causa molestias el ruido

Se encontró que el 44% de los encuestados les causa muchas molestias, mientras que el 55% sienten regulares molestias y el 1% restante no siente molestias. Los grupos 1 y 2, son los grupos que tuvieron mayor porcentaje de encuestados que tienen muchas molestias con el ruido; a pesar que estos son los dos grupos con menor promedio de nivel de presión sonora (LAeqT) medido (Figuras 26 y 27).

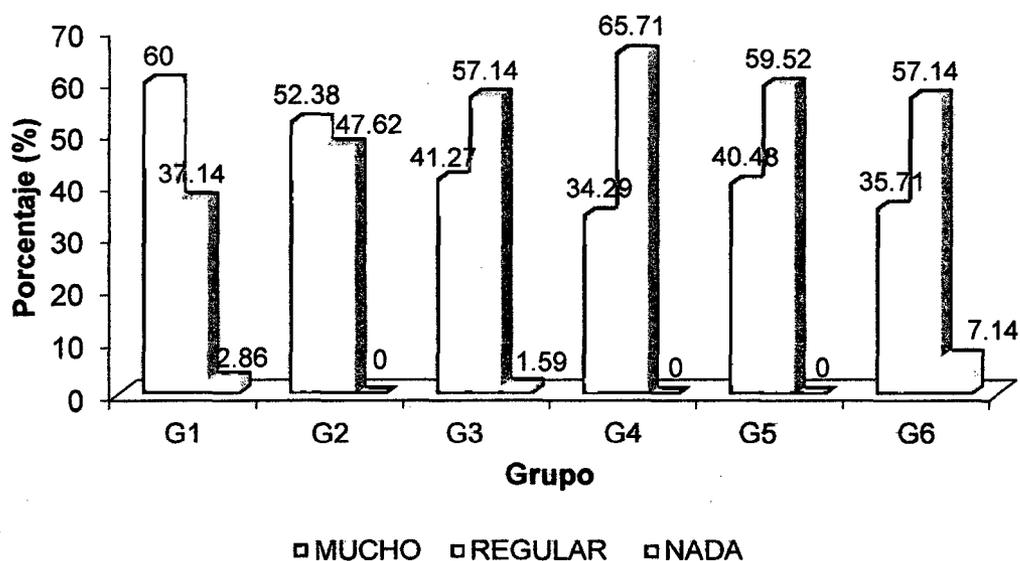


Figura 26. Porcentaje de encuestados por grupos, que tienen mucha, regular y poca molestia por el ruido.

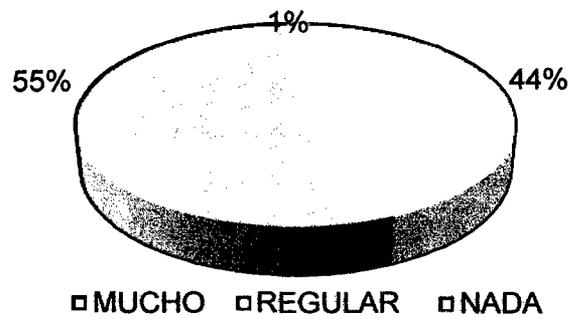


Figura 27. Porcentaje promedio de encuestados, que tienen mucha, regular y poca molestia por el ruido.

4.6.3. Tipo de ruido que causa mayor molestia

Se encontró que el 67% de los encuestados encuentran al ruido causado por el tráfico automotor como el más molesto, seguido del 16% que es el ruido causado por las discotecas y bares. Como se ve en la figura 27 todos los grupos muestran en el mayor porcentaje de encuestados que encuentran al ruido causado por el tráfico automotor como el más molesto (Figuras 28 y 29).

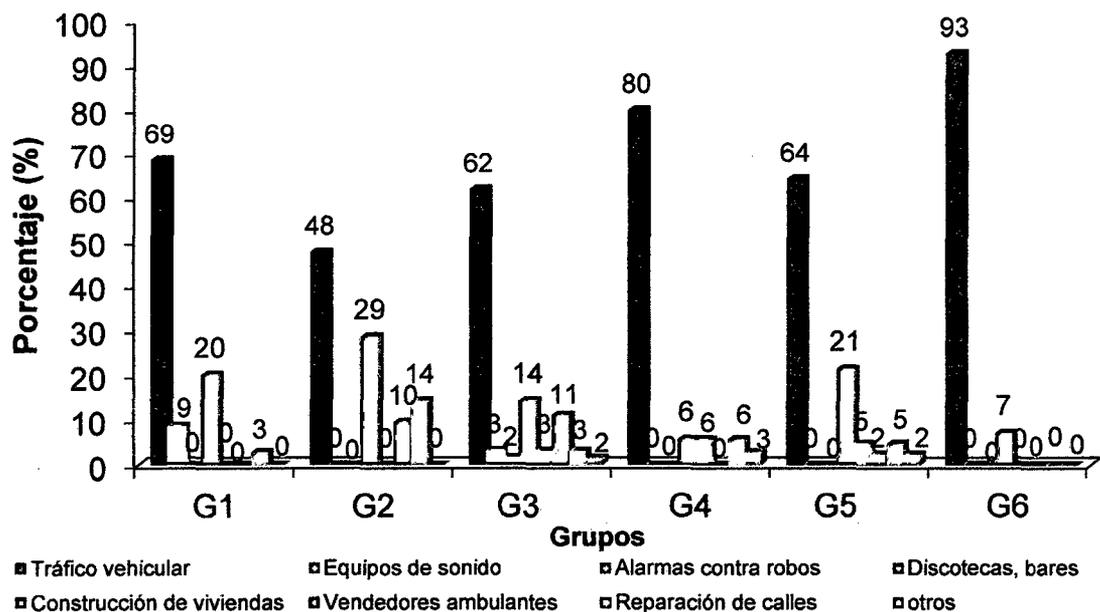


Figura 28. Porcentaje de encuestados por grupo, que sienten molestias por diversos tipos de ruido.

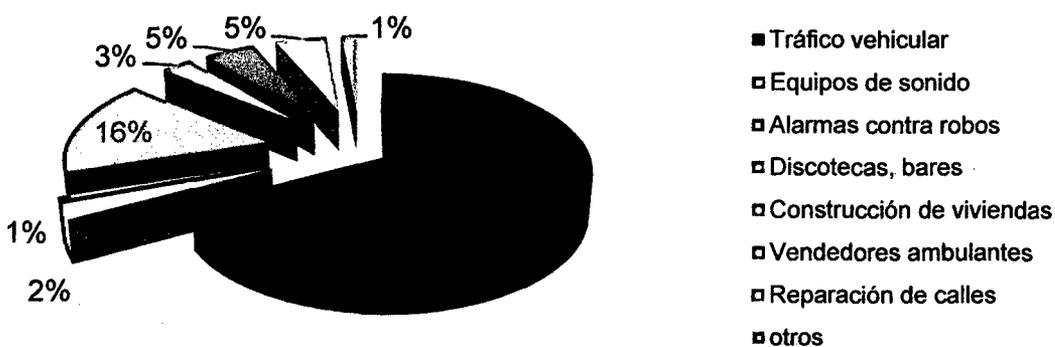


Figura 29. Porcentaje promedio de encuestados, que sienten molestias por diversos tipos de ruido.

4.6.4. Horas del día donde se siente mayor molestia por el ruido

El 48% de los encuestados encuentran al ruido más molesto en el turno de la mañana, seguido de un 23% que opina que el ruido es más molesto en la tarde y el 20% cree que en el turno de noche es el más molesto. Mientras que un 9% de los encuestados cree que el turno en el que sienten mayor molestia es en más de 2 turnos (Figuras 30 y 31).

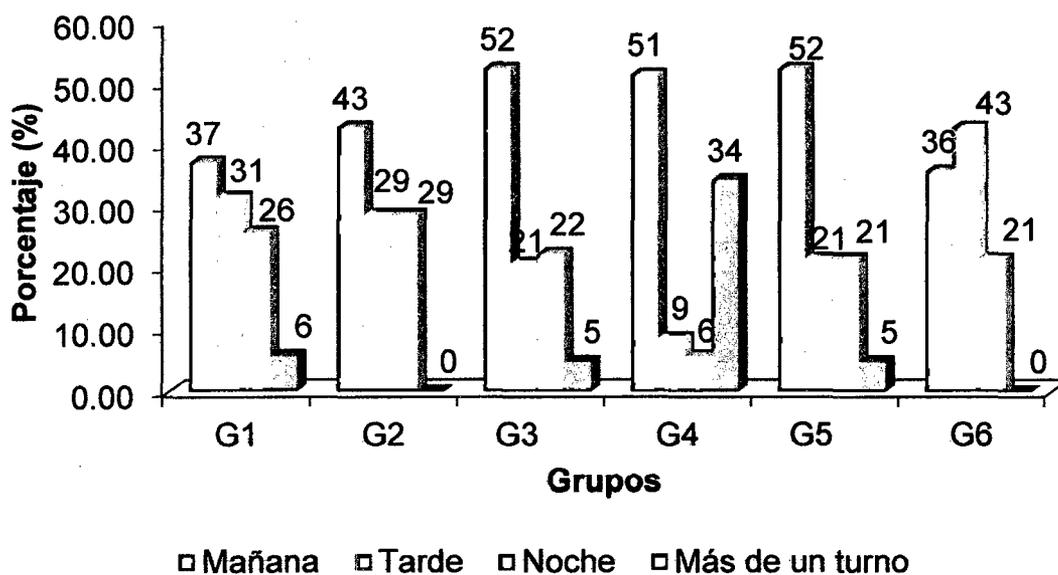


Figura 30. Porcentaje de encuestados por grupos, que sienten molestias en diferentes turnos del día.

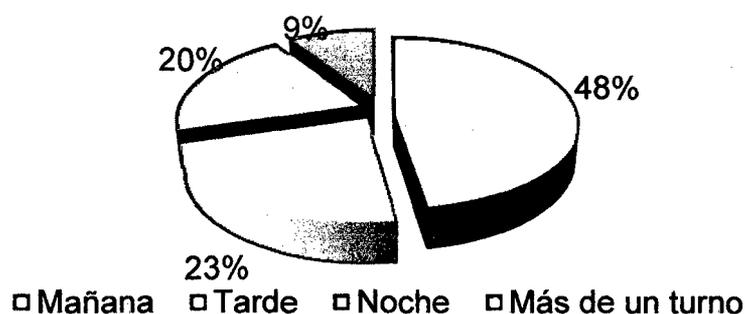


Figura 31. Porcentaje promedio de encuestados, que sienten molestias en diferentes turnos del día.

4.6.5. Días de la semana más ruidosos

El 47% de los encuestados encuentran al ruido más molesto en más de un día a la semana. Mientras que el 30% responde al sábado como el día más ruidoso, seguido del lunes con 8% y el domingo con 7%. Los encuestados no mencionaron el día miércoles, por lo que no aparece en los gráficos (Figuras 32 y 33).

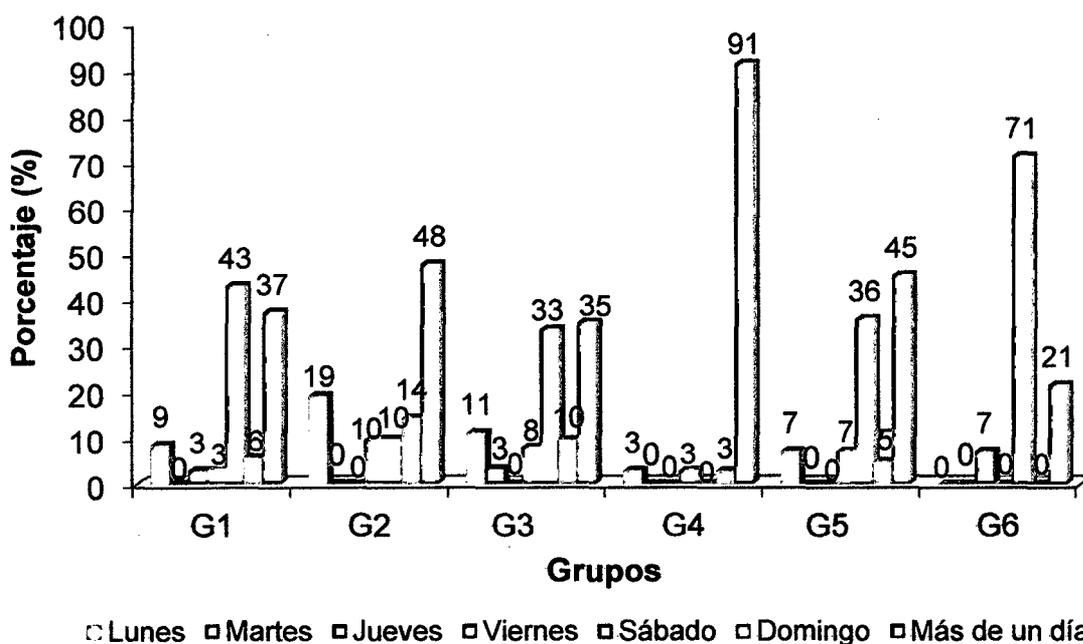


Figura 32. Porcentaje de encuestados por grupos, que sienten molestias en diferentes días de la semana.

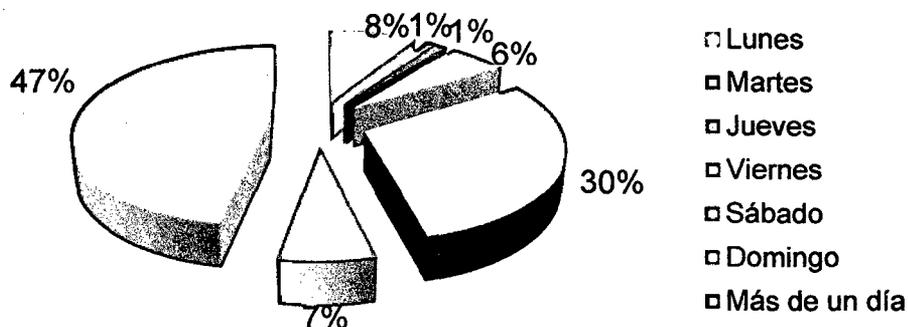


Figura 33. Porcentaje promedio de encuestados, que sienten molestias en diferentes días de la semana.

4.6.6. Conoce donde se debe entablar su queja cuando el ruido es excesivo

El 75% de los encuestados no saben dónde poner su queja, mientras que solo un 25% si sabe dónde poner su queja si considera un ruido excesivo (Figuras 34 y 35).

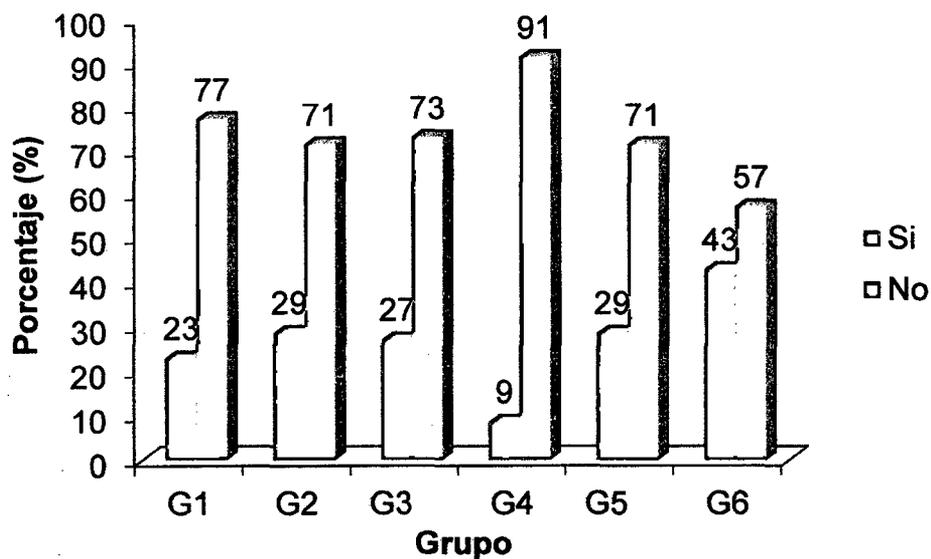


Figura 34. Porcentaje de encuestados por grupos, que sí y que no conocen donde poner su demanda por ruido excesivo.

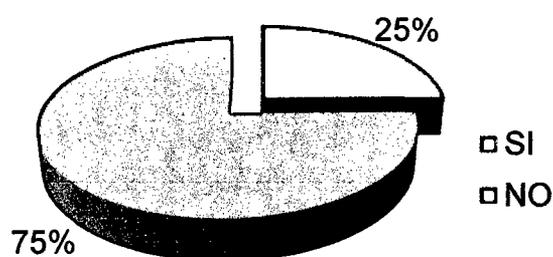


Figura 35. Porcentaje promedio de encuestados, que sí y que no conocen donde poner su demanda por ruido excesivo.

4.6.7. Lugar donde entablar su queja cuando el ruido es excesivo

Del 25% que si conoce donde poner su queja, el 83% opinan que en la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado es donde deben poner su queja, mientras que el 17% restante creen que es en la Comisaría. El 100% de encuestados del grupo 1 y 3 creen que es en la Municipalidad y el 100% de encuestados del grupo 4 cree que es en la Comisaría (Figuras 36 y 37).

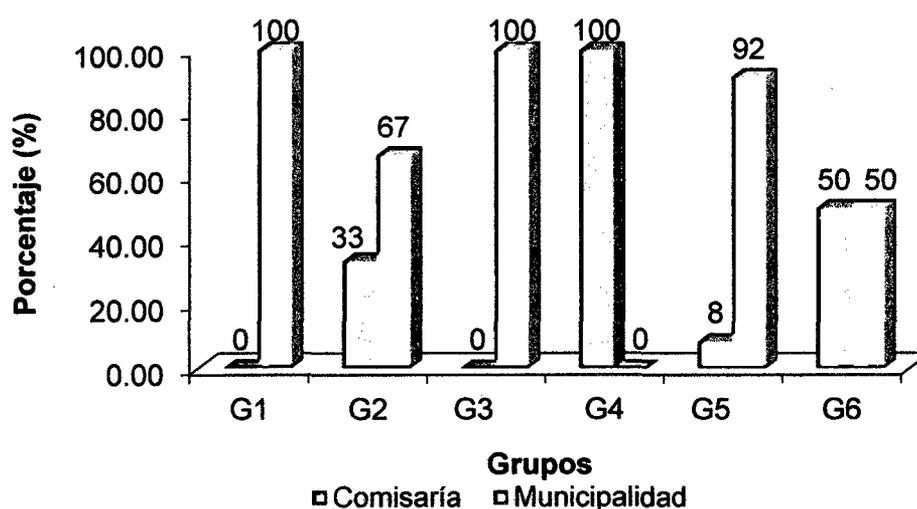


Figura 36. Porcentaje de encuestados por grupos, que mencionan el lugar donde deben poner su queja por ruido excesivo.

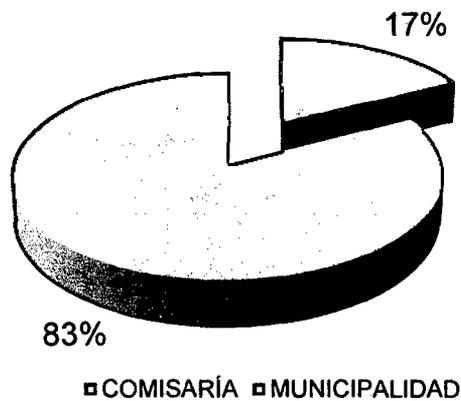


Figura 37. Porcentaje promedio de encuestados, que mencionan a la Municipalidad y a la Comisaría como el lugar donde deben poner su queja por ruido excesivo.

4.6.8. Soluciones que se propone para disminuir el ruido

Se encontró diversas respuestas de las cuales las más resaltantes son: poner multas con 30% del total, ordenar el tránsito con 19%, evitar el uso del claxon con 7% y no usar vehículos de segunda un 6% (Figura 38).

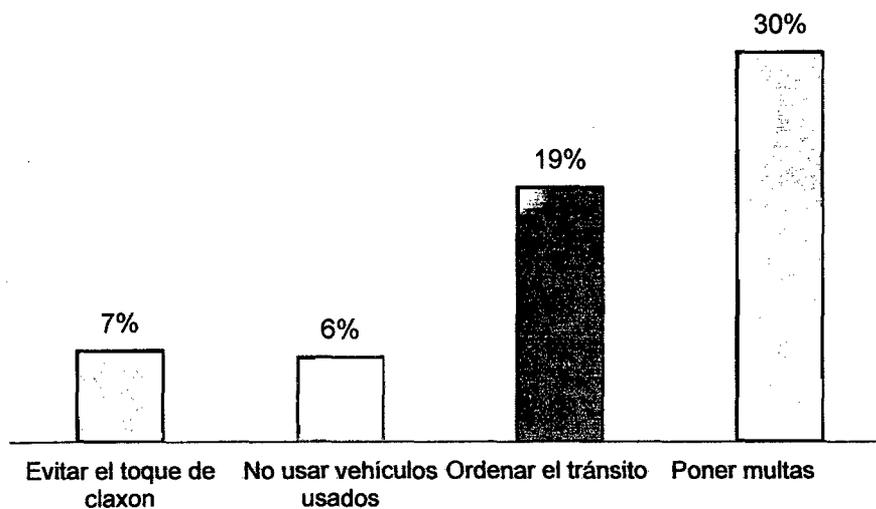


Figura 38. Porcentaje promedio de encuestados, que mencionan posibles soluciones al problema del ruido.

V. DISCUSIÓN

5.1. De las zonas, días y turnos con mayor presión sonora de marzo a julio

Los niveles de presión sonora fueron medidos en la mañana, tarde y noche (Figuras 5, 6 y 7); siendo el punto de monitoreo 8 el que presenta valores más elevados durante la mañana y la tarde; y en la noche el punto de monitoreo 22 es el que presenta los mayores valores; inclusive más elevados que el anterior mencionado (Planos 2 y 3 del Anexo).

De acuerdo a la normatividad vigente estos valores sobrepasan los estándares de calidad ambiental (ECAs) para ruido (D.S. 085-2003-PCM). Del mismo modo la OMS califica a estos valores como ruido molesto según lo manifestado por MARTINEZ (2005).

El punto de monitoreo 8 corresponde a la esquina de la Av. Antonio Raymondi con Jr. Cayumba, esta intersección es una de las más transitadas durante la mañana y la tarde, presenta mayor tráfico vehicular y peatonal, esto debido a que en esta esquina hay una aglomeración de centros comerciales, así como de paraderos de empresas de transporte público.

Por otro lado, el punto de monitoreo 22 corresponde a la esquina de la Av. Alameda Perú con el Jr. San Alejandro, siendo una de las avenidas más transitadas durante la noche, este valor elevado se debe a que este punto de monitoreo recae sobre la alameda principal de la ciudad que es muy concurrida por la población en horas de la noche, no solo porque significa el principal centro de distracción, sino por aglomerar centros de diversión nocturna.

Los valores máximos y mínimos promedios de los 3 turnos, por día de monitoreo (Figura 8); siendo los días martes y viernes los que tienen mayores niveles de presión sonora, estos valores son muy parecidos a los encontrados por la OEFA (2011) en las ciudades Lima-Callao, Maynas y Coronel Portillo; cuyos niveles son superiores a los 80 dB.

Como se puede observar los días viernes alcanzan los niveles más altos principalmente al funcionamiento de muchos lugares de diversión nocturna, lo que sin duda coloca a la ciudad de Tingo María al nivel de las grandes ciudades del Perú.

Los niveles de presión sonora de los turnos diurno (mañana y tarde) y nocturno (Figura 9); siendo los días lunes, martes y viernes los que alcanzan los mayores valores de nivel de presión sonora, en el turno diurno ocurre debido a que corresponde al inicio y final de los días laborables en la semana.

La población tingaleza en su mayoría, emplea para trasladarse a sus centros de labores y estudios vehículos trimóviles, que en este estudio han sido considerados como vehículos livianos; estos trimóviles contribuyen a elevar los niveles de presión sonora en el turno diurno, esto debido a que la fuente de ruido del vehículo es de ruido mecánico que es producido por la propulsión de sus motores y los elementos mecánicos que constituyen este tipo de vehículos (SEGUÉS, 2007). Si bien se considera que la contaminación acústica es principalmente un problema de “lujo” por presentarse en los países desarrollados, no se puede pasar por alto que la exposición es a menudo mayor en los países en desarrollo debido a la deficiente planificación urbana, como la existente en nuestra ciudad, debido a la carencia de una planificación urbana y ordenamiento territorial, se obtuvieron elevados niveles de presión sonora tanto en el día como en la noche.

Asimismo, los niveles de presión sonora en el turno nocturno sobrepasan los estándares de calidad ambiental para ruido permitidos para las zonas mixtas (residencial-comerciales) sobre todo los días viernes y sábado, donde existe una asistencia masiva a los centros de diversión nocturna como se puede corroborar en la Figura 11 donde el caudal vehicular en la noche es alto.

Se puede observar también que el punto de monitoreo 1 que es la esquina de la Av. Enrique Pimentel con la Av. 28 de Julio soporta un alto tráfico vehicular, sin embargo en los gráficos de los niveles de presión sonora obtenidos se ve que estos niveles no son muy altos, esto se puede deber a que

en esta esquina se encuentra un semáforo de sincronización con sistema simultáneo, es decir ambos carriles paran o avanzan al mismo tiempo, este tipo de sincronización en el semáforo influyó en las mediciones, por tanto se vio reflejado en los niveles de presión sonora y no concuerdan con los datos obtenidos de tráfico vehicular.

5.2. Del caudal vehicular de marzo a julio

El promedio del tipo de vehículos que transitan en la ciudad (Cuadro 9), son los vehículos livianos que corresponden a los trimóviles, autos y camionetas de bajo tonelaje. Según la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado al año 2012 el número de trimóviles de servicio público registrados asciende a 2337 vehículos, siendo un número elevado con un casco urbano de superficie pequeña. Como se puede observar en la Figura 12 que los vehículos livianos que pasan en 10 minutos por toda la ciudad son en promedio 158 vehículos en el turno tarde.

Aun así teniendo en cuenta que estos vehículos livianos transitan a velocidades permitidas en el centro de la ciudad, generan ruido, en especial del tipo mecánico y de rodadura, este último producto del contacto del neumático con la calzada (SEGUÉS, 2007).

Por lo tanto se puede decir que el causante en su mayoría del ruido urbano es causado por el tráfico automotor, esto se puede corroborar con lo determinado en las encuestas, donde se manifiesta que tráfico vehicular es el principal causante de las molestias por el ruido ocasionado en la zona urbana de la ciudad de Tingo María.

5.3. De la corrección de datos

Respecto a los datos corregidos, se puede determinar en gran parte que cuando la incertidumbre es positiva eleva los valores de los niveles de presión medidos, haciendo que estos sobrepase los 75 dB durante el turno diurno y los 70 dB durante el turno nocturno, inclusive en el punto 22 sobrepasa los 80 dB. Por lo contrario, cuando asumimos la incertidumbre negativa, los valores de niveles de presión sonora se ven disminuidos respecto al promedio obtenido, en especial en el turno nocturno donde se evidencia niveles de presión sonora entre 65 y 70 dB. Aun así los valores tanto del turno diurno como nocturno sobrepasan los niveles permitido en la normatividad ambiental vigente (Cuadro 11).

5.4. De la comparación con la normatividad de los datos corregidos

Tomando en cuenta la corrección de los niveles de presión sonora con la suma y la resta de la incertidumbre; fueron estos datos compararon con los estándares de calidad ambiental (ECAs) de ruido. Debido que no existe zonificación territorial urbana en Tingo María, se tomó en cuenta lo mencionado en el artículo 6 del D.S. 085-2013-PCM, de las zonas mixtas, si existe zona residencial y zona comercial, se aplicará los ECAs para zona residencial, por tanto será con estos valores que se compararon los datos obtenidos.

Las mediciones obtenidas en el horario diurno, corregido con la suma y resta de la incertidumbre (Figuras 13, 14 y 15), exceden los valores establecidos de la ECA para zona comercial, es decir 10 dB más de lo

permitido para la zona residencial, de igual manera; para el horario nocturno, mostrado en las Figuras 16, 17 y 18. Tanto el nivel de presión sonora medido y el nivel de presión sonora corregido con incertidumbre positiva sobrepasan los niveles establecidos en la ECA para la zona industrial (70dB) y el nivel de presión sonora con incertidumbre negativa se encuentra entre los 60 y 70 dB a excepciones de los puntos de monitoreo 22 y 17 que sobrepasan la ECA para zona industrial (70 dB).

En la Figura 18 se tiene que el punto 29 que es el cruce de la Av. Ucayali con el Jr. Julio Burga es el que tiene el valor más bajo, por tanto se podría aseverar que esta intersección es la más tranquila durante la noche, sin embargo aún sobrepasa los 60 dB, que se encuentra por encima de lo permitido en el D.S 084-2003-PCM para zona mixta en el horario nocturno.

5.5. Del análisis estadístico

Para determinar la inferencia sobre las variables clasificatorias se realizó un análisis de varianza factorial, donde el valor p asociado a la interacción es altamente significativo ($p < 0.05$), indicando que los factores estudiados (punto de monitoreo y turno) no actúan independientemente, es decir tienen efecto sobre el LAeqT y que sus efectos no son independientes uno del otro. Por ello se abre la intersección aplicando una prueba de medias, en este caso DGC para agrupar las variables según los turnos, los puntos de monitoreo y la interacción entre los factores. Al agrupar según los turnos obtuvimos 2 grupos: los turnos mañana y tarde en un grupo, y el turno noche

en otro (Cuadro 13). En la agrupación por puntos de monitoreo obtuvimos 6 grupos (Cuadro 14). Para agrupar la intersección de estos 2 factores se obtiene que finalmente para cada turno hay 5 grupos detallados en el cuadro 15 y para cada punto de monitoreo se forman 2 grupos para la mayoría de puntos, con excepción de los puntos de monitoreo 12 y 14 donde hay un solo grupo, es decir tanto los turnos mañana, tarde y noche son estadísticamente iguales en estos puntos (Figura 19).

Para determinar la inferencia de las variables complementarias se realizó 2 tipos de pruebas, utilizando análisis multivariados, el primero, por componentes principales y el segundo el análisis por conglomerados (clúster) los que se detalla a continuación:

El análisis multivariado por componentes principales (Figura 23), arroja que el 59,3% de la variabilidad total de los grupos formados se debe a las variables humedad relativa, presión barométrica, temperatura, velocidad del viento, densidad vehicular y niveles de presión sonora. La influencia de las variables ambientales en los niveles de presión sonora, se deben a que la velocidad del sonido en el aire aumenta 0,6 m/s por cada 1° C de aumento en la temperatura; con una temperatura de 20 °C y una humedad relativa del 70 %, la atenuación es de 2.8 dB/km y la velocidad de propagación del sonido se ve influido tanto por la dirección como el sentido del viento, ya sea a favor o en contra, modificando sensiblemente la trayectoria de la onda sonora (MILLÁN, 2012).

Mientras que para el segundo componente principal del análisis el 79,9% de la variabilidad total se debe a las variables humedad relativa, presión barométrica, niveles de presión sonora y densidad vehicular. Finalmente para corroborar la inferencia de la densidad vehicular en los niveles de presión sonora, observamos la Figura 22 donde existe un alto grado de afinidad entre estas 2 variables; por tanto es el que mayor aporta a los niveles de presión sonora.

Respecto al análisis de conglomerados, el dendograma (Figura 18) agrupó los puntos de monitoreo en 6 grupos, en base a las 6 variables evaluadas (Plano 4 del anexo). Cabe indicar que cada grupo contiene puntos de monitoreo que se comportan estadísticamente iguales entre ellas, mostrando similitud en sus variables; por otra parte podríamos decir, que cada grupo representa un tipo de punto de monitoreo con características similares dentro de ellas, pero distintas fuera de su grupo.

Se puede observar que el grupo 6 es el que presenta niveles de presión sonora más altos y con un promedio de 75,89 dB, que está conformado por los puntos 8 y 22. El grupo que tiene menores niveles presión sonora con 70, 42 dB es el grupo 1 conformado por los puntos 14, 21, 26, 27 y 29. El grupo que tiene mayor número de puntos de monitoreo es el grupo 3 que representa el 30% del total.

5.6. De la percepción de la población a través de encuestas

De las 8 preguntas realizadas en la encuesta a las personas que viven o trabajan cerca de los puntos de monitoreo, que representa el 100%,

solo el 71% de los encuestados conocen los daños que se causan por el ruido; el 44% percibe el ruido como muy molesto y el 55% lo percibe como regularmente molesto.

Se encontró que el 67% de los encuestados considera que el ruido ocasionado por el tráfico automotor es el más molesto. Para solucionar el problema del ruido el 30% de los encuestados proponen la solución de imponer multas en el parque automotor, el 19% ordenar el tránsito urbano, el 7% evitar el uso innecesario del claxon y el 6% no usar vehículos de segunda. Por tanto, se concluye que el parque automotor es el factor más determinante que ocasiona el ruido urbano y si plantearíamos un ordenamiento del tráfico vehicular se puede lograr disminuir los niveles de presión sonora en la ciudad.

El 48% de los encuestados manifestó que el turno de la mañana es donde existen mayores molestias por ruido. Asimismo; en las encuestas se obtuvo que el 47% opinaron que más de un día de la semana lo perciben como molestos (Figura 9), donde observamos que la curva de los niveles de presión sonora se mantienen casi estables.

Se observa que el 75% de los encuestados no saben dónde asentar una queja en caso que considere excesivo un ruido, y el 25% sí lo conoce, de este porcentaje se encontró que el 83% opina que deben poner su queja en la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado; en la Gerencia de Gestión Ambiental y Defensa Civil; lo cual está correcto.

VI. CONCLUSIONES

1. El nivel más alto de presión sonora en el turno diurno es de 77,1 dB y se percibe en la intersección de la Av. Raymondi con el Jr. Cayumba, donde se encuentra ubicado el Banco de la Nación y la mayoría de empresas de transporte público.
2. El nivel más alto de presión sonora en el turno nocturno es de 78,9 dB y se percibe en la intersección de la Av. Alameda Perú con el Jr. San Alejandro, donde se encuentran centros de diversión nocturna.
3. Los niveles de presión sonora ocasionados por el tráfico automotor, se generan principalmente por los vehículos livianos, en especial los trimóviles que tienen un caudal vehicular alto.
4. Los días de mayor caudal vehicular y niveles de presión sonora son los lunes, martes y viernes en el turno diurno; y los días viernes y sábados en el turno nocturno.
5. Los niveles de contaminación acústica medidos a través de los niveles de presión sonora que se ocasionan por el tráfico automotor en la zona urbana

de la ciudad de Tingo María sobrepasan los 60 dB en horario diurno y los 50 dB en horario nocturno establecidos en el D.S. 085-2003-PCM.

6. A través de un análisis de conglomerados se obtuvo 6 grupos donde cada punto de monitoreo del mismo grupo son estadísticamente similares (Plano 2 del anexo).
7. Del análisis multivariado de componentes principales se tiene que las variables: humedad relativa, densidad vehicular y presión barométrica, y los niveles de presión sonora son las que principalmente infieren en la agrupación de los puntos de monitoreo por conglomerados.
8. De las encuestas realizadas el 67% del total menciona al tráfico vehicular como el principal causante del ruido urbano, siendo el turno de la mañana percibida como el más molesto con 48%.
9. El 83% de los encuestados mencionan a la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado como el lugar donde debe asentar su queja por ruidos excesivos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Elaborar e implementar los planes de prevención y control de la contaminación sonora, de acuerdo a lo establecido en el artículo 12 del D.S. 085-2003-PCM sobre los estándares de calidad ambiental para ruido; tomando en cuenta esta investigación.
2. Continuar los monitoreos de presión sonora durante las 24 horas del día para obtener el promedio día y noche; y realizar predicciones de ruido, para el modelamiento de mapas de ruido.
3. Proponer a la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado, para que en coordinación con la Policía de Tránsito, realicen el reordenamiento del tránsito vehicular.
4. Realizar campañas sobre los efectos del ruido y sus consecuencias de largo plazo sobre la salud de la población.
5. Proponer a la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado el fomento de aparcamientos de los vehículos en cocheras y no en la berma, para evitar el congestionamiento vehicular.

VIII. ABSTRACT

The study was conducted in the urban zone of the Tingo Maria city, Rupa Rupa district and province Leoncio Prado; having for objective to evaluate the levels of noise pollution caused by the traffic from March to July , in the urban zone of the Tingo Maria city. To do this, measurements of sound pressure level was performed in 30 monitoring points within the urban zone of the city; was evaluated in shifts: morning, noon and night; taking into consideration meteorological data and also the flow of vehicles traveling at the time of measurement. The results indicate that the levels of sound pressure both day (morning and afternoon) and nocturnal pressure levels exceed established environmental regulations (D.S 085-2003-PCM) for mixed areas. It was determined that both the sound pressure level as the vehicular flow have a highly positive correlation, which was corroborated by the survey respondents. Finally it is concluded that the sound pressure levels in excess of permitted levels existing environmental regulations, and that these are mainly generated by existing light vehicles in the study area such as trimóviles.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARELLANO, A. 2009. Contaminación sonora. [En línea]:
(<http://www.zonacatastrofica.com/contaminacion-sonora.html>, 17 May.
2012).

BRACK, A., MENDIOLA, C. 2000. Ecología del Perú. Editorial Bruño. Lima,
Perú. 495 p.

EL PERUANO. 1993. Constitución política del Perú. [En línea]: CONGRESO,
(<http://www.congreso.gob.pe/ntley/Imagenes/Constitu/Cons1993.pdf>, 26
Jun. 2011).

EL PERUANO. 1997. Ley General de Salud, Ley N° 26842. [En línea]:
CONGRESO, (<http://www.congreso.gob.pe/ntley/Imagenes/Leyes/26842.pdf>, 12 Mar. 2012).

EL PERUANO. 2001. Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto
Ambiental, Ley N° 27446. [En línea]: OEFA, (http://www.oefa.gob.pe/documentos/marco_juridico/MJ004_L27446.pdf, 12 Mar. 2012).

EL PERUANO. 2003. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Aprueban el
Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para

Ruido. [En línea]: MINAM, (<http://www.minam.gob.pe/dmdocuments/ds-085-2003-pcm.pdf>, 13 Mar. 2012).

EL PERUANO. 2005. Ley General del Ambiente, Ley N° 28611. [En línea]: Ingeniero Ambiental, (<http://www.ingenieroambiental.com/4014/ley28611-peru.pdf>, 12 Mar. 2012).

HERNANDEZ, R. 2007. Índices acústicos. [En línea]: Universidad de Cádiz, (http://www.dipucadiz.es/opencms/export/sites/default/dipucadiz/areas/medioAmb_depor/medio_amb/Servicios/asist_mun/ruidos/docu_curs_o/INDICES_ACUSTICOS.pdf, 14 Mar. 2012).

HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. 20 p.

IEC. 2002. CECI-61671. Norma Internacional de Electroacústica, Sonómetros. [En línea]: IEC, (<http://148.204.64.201/paginas%20anexas/PDSA/PROBLEMA%20SANTIAGO/IEC%2061672-1.pdf>, 14 Mar. 2012).

INDECOPI. 2007. NTP-ISO 1996-1. ACUSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimientos de evaluación. Lima, Perú. 36 p.

INDECOPI. 2008. NTP-ISO 1996-2. ACUSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental. Lima, Perú. 63 p.

- INSTITUTO EDUARDO TORROJA (IET). 2006. Guía de aplicación del DB HR, Protección frente al ruido. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España. 112 p.
- INEI. 2007. Bases de Datos censos nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda. [En línea]: INEI, (www.inei.gob.pe/web/ResultadosCensos4.asp, 10 Abr. 2011).
- ITACA, A. 2006. Riesgos físicos ambientales. Ediciones CEAC. Barcelona, España. 176 p.
- MILLÁN, J. 2012. Instalaciones de megafonía y sonorización. Ediciones Paraninfo. 352 p.
- MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente). Escalas de decibeles según sus fuentes de exposición sonora. España.
- MÖSER, M. BARROS, J. 2009. Ingeniería acústica, teoría y aplicaciones. Editorial Springer. Berlín, Alemania. 518 p.
- OEFA. 2011. Evaluación rápida del nivel de ruido ambiental en las ciudades de Lima, Callao, Maynas, Coronel Portillo, Huancayo, Huánuco, Cusco y Tacna. Lima, Perú. 39 p.
- PELLICER, E. 2011. Impacto Acústico generado por las nuevas rondas de tráfico en la ciudad de Gandía. Universidad Politécnica Superior de Gandía. Gandía, España. 64 p.

RUIZ, D. 2003. Sonómetros. [En línea]: Universidad de Granada, (<http://www.coeticor.org/pdf/sonometros.pdf>, 14 Mar. 2012).

SÁNCHEZ, A. 2007. Ciudades, Medio ambiente y Sostenibilidad. Arcibel Editores. Sevilla, España. 345 p.

SEGUÉS, F. 2007. Ruido de tráfico; carreteras. Escuela de Negocios. 29 p.

VICENTE, P. 2010. Método y Evaluación de incertidumbre en acústica ambiental. Universidad Politécnica Superior de Gandía. Gandía, España. 137 p.

ANEXOS

Cuadro 22. Datos promediados de LAeqT, Lmin, Lmax; en los tres turnos del lunes.

PUNTOS	MAÑANA			TARDE			NOCHE		
	LAeqT	Min	Max	LAeqT	Min	Max	LAeqT	Min	Max
1	73,3	62,3	82,4	74,3	59,8	83,2	70,6	57,7	79,7
2	72,5	66,1	79,6	71,0	63,2	77,5	68,2	59,7	74,5
3	76,4	69,5	84,5	75,1	65,7	83,5	70,6	61,4	78,5
4	75,3	64,7	83,4	75,7	67,4	81,4	71,1	59,7	79,8
5	76,5	66,9	82,4	77,3	69,2	86,0	71,3	62,5	77,2
6	73,9	65,4	80,4	72,1	65,1	76,8	68,3	57,4	77,8
7	73,8	65,6	78,7	75,1	68,0	82,3	70,7	61,7	75,3
8	77,0	65,9	87,0	76,0	66,6	84,5	74,3	62,0	82,3
9	75,2	65,9	81,3	78,1	64,8	85,9	70,6	56,5	79,3
10	74,6	66,5	81,2	73,8	65,3	79,5	69,7	62,4	74,4
11	75,2	65,3	81,7	74,4	65,6	80,6	70,5	58,3	77,7
12	73,7	66,2	77,8	74,3	66,1	82,5	73,0	64,0	81,9
13	74,4	66,4	78,3	74,4	64,6	81,4	72,4	63,2	81,5
14	71,9	62,0	81,3	70,2	64,3	75,8	68,9	59,0	80,2
15	74,9	65,7	81,9	74,2	67,3	81,5	71,7	64,0	79,0
16	73,0	64,1	78,9	75,6	64,5	85,1	69,5	58,9	74,9
17	73,5	58,1	85,2	72,7	59,8	81,4	73,4	68,3	78,9
18	76,2	69,0	82,4	74,7	66,6	80,5	72,3	63,3	78,3
19	73,9	65,4	80,3	72,7	60,9	79,8	69,5	58,4	76,4
20	77,9	67,1	89,0	74,4	66,4	81,4	69,1	57,9	77,5
21	71,7	60,2	77,1	72,4	62,2	81,4	70,2	55,8	79,2
22	71,4	61,2	79,0	74,9	67,7	82,4	80,0	76,6	84,0
23	76,3	66,0	84,2	74,9	66,1	81,2	71,1	59,1	77,6
24	71,3	62,8	79,4	71,1	59,8	79,0	75,2	62,9	86,4
25	72,7	62,1	78,5	74,2	63,3	80,4	70,7	57,6	77,8
26	72,1	58,9	79,7	73,2	60,4	81,8	67,1	51,5	74,8
27	73,9	58,3	81,8	74,4	65,5	80,4	69,0	58,5	75,9
28	74,3	64,9	80,3	75,2	64,2	81,9	72,6	63,4	79,0
29	71,4	60,9	79,6	69,8	58,4	76,6	68,3	54,2	76,3
30	73,6	62,4	81,8	73,8	62,0	80,8	69,7	54,6	77,5

Cuadro 23. Datos promediados de LAeqT, Lmin, Lmax; en los tres turnos del martes.

PUNTOS	MAÑANA			TARDE			NOCHE		
	LAeqT	Min	Max	LAeqT	Min	Max	LAeqT	Min	Max
1	73,1	61,2	83,0	71,4	60,5	78,0	69,4	56,9	75,8
2	70,9	65,6	76,9	70,8	64,3	75,4	68,6	62,0	75,3
3	74,6	64,4	81,2	73,1	65,8	81,4	70,0	59,8	75,7
4	76,3	67,7	82,2	76,0	65,3	82,7	70,5	60,1	77,4
5	76,4	68,1	83,7	76,6	70,7	82,1	72,3	62,8	79,3
6	74,2	62,7	84,2	72,6	65,5	78,5	68,6	57,9	74,7
7	74,4	65,5	80,5	73,4	64,5	80,0	71,6	58,4	81,2
8	78,1	66,9	86,0	76,7	66,6	85,7	71,7	60,6	78,6
9	75,7	65,3	81,6	74,1	64,7	81,7	70,6	59,0	77,8
10	74,9	63,6	81,0	76,9	66,2	86,9	72,1	63,8	79,0
11	74,3	66,1	79,3	73,6	66,3	79,4	71,9	61,5	82,1
12	74,3	64,8	80,4	74,2	65,4	81,9	73,6	66,5	82,4
13	76,3	68,0	81,2	74,7	67,3	80,5	71,2	63,1	78,7
14	72,4	65,8	78,9	74,8	63,9	85,5	70,4	60,6	78,2
15	73,5	64,9	79,8	74,7	65,2	81,0	71,4	63,5	78,5
16	75,1	67,7	81,5	75,0	66,4	83,3	73,0	61,9	83,4
17	70,8	59,5	78,1	67,7	59,4	75,7	74,1	66,7	80,2
18	75,5	67,1	81,4	74,5	66,7	80,4	71,3	63,8	75,9
19	74,6	63,5	83,2	73,2	64,3	78,9	69,1	57,0	75,8
20	72,6	64,9	79,4	74,2	65,7	80,7	70,7	61,4	78,0
21	73,7	65,6	84,0	70,8	62,8	76,0	69,4	59,5	76,1
22	74,1	61,8	83,7	75,4	66,8	82,5	80,0	74,2	85,3
23	75,0	68,3	80,2	74,2	65,3	81,7	71,5	60,9	78,0
24	71,5	57,5	77,2	73,2	62,8	80,2	70,3	59,5	81,2
25	73,5	62,1	80,3	79,2	63,9	90,3	70,8	59,3	78,3
26	73,7	58,8	85,5	73,0	65,4	79,4	72,5	52,0	86,4
27	70,3	60,0	76,6	70,6	58,9	77,7	68,7	58,7	76,4
28	76,0	63,3	82,5	74,0	61,2	82,0	68,8	54,6	78,4
29	72,4	61,0	82,5	72,4	61,5	80,6	68,7	58,4	77,2
30	75,3	60,8	82,6	74,6	64,9	83,5	71,5	55,5	79,3

Cuadro 24. Datos promediados de LAeqT, Lmin, Lmax; en los tres turnos del miércoles.

PUNTOS	MAÑANA			TARDE			NOCHE		
	LAeqT	Min	Max	LAeqT	Min	Max	LAeqT	Min	Max
1	71,5	61,3	77,8	72,3	59,5	80,7	68,5	56,7	79,2
2	71,5	64,2	79,4	73,4	64,8	83,0	71,5	61,3	81,7
3	74,0	63,3	79,9	71,6	60,2	79,4	69,7	55,8	77,0
4	78,1	65,8	81,0	78,4	68,2	87,0	70,9	58,8	77,8
5	76,3	68,9	83,6	75,4	66,7	82,5	70,1	58,9	76,6
6	76,0	66,6	85,7	74,2	66,0	81,8	69,3	59,3	77,4
7	74,2	65,7	81,4	73,9	65,7	82,5	70,2	58,9	76,7
8	77,2	64,3	85,9	76,8	68,2	83,7	73,4	60,5	79,8
9	75,7	65,8	81,0	74,4	63,7	81,5	71,4	61,7	78,4
10	74,2	64,7	81,1	76,6	67,7	86,2	72,1	61,1	80,1
11	73,0	64,1	78,9	73,5	61,9	78,9	69,0	57,2	76,9
12	70,1	63,4	75,3	72,7	66,8	78,8	71,8	65,7	77,1
13	75,7	68,4	81,1	75,2	67,9	82,1	72,1	65,8	78,2
14	70,5	62,0	75,7	68,3	58,8	72,5	70,6	57,2	82,4
15	74,8	67,4	81,6	77,2	65,1	87,1	71,4	60,9	81,1
16	74,6	66,5	79,9	75,5	66,4	85,0	72,5	61,3	82,6
17	71,6	59,4	80,1	69,9	59,4	79,5	75,8	70,5	80,1
18	75,9	69,9	81,6	75,8	66,6	84,0	71,5	62,7	76,7
19	72,6	63,5	81,1	72,1	59,4	79,3	67,9	54,2	75,5
20	73,7	65,7	79,5	74,5	67,5	79,4	69,6	57,9	76,9
21	70,6	63,3	76,4	71,8	63,2	77,3	67,7	56,0	76,0
22	75,3	61,9	88,1	75,0	68,8	80,3	76,8	71,1	80,7
23	74,5	64,8	79,9	73,5	64,6	77,7	70,5	59,9	77,7
24	72,9	62,8	81,3	71,3	63,4	79,3	67,2	60,4	73,4
25	76,7	64,2	86,8	75,1	63,1	82,3	70,8	58,0	76,9
26	71,7	62,7	76,5	72,8	59,9	81,0	68,5	56,2	76,4
27	71,6	61,9	77,5	71,3	61,8	79,1	69,4	58,4	77,0
28	75,4	65,1	83,1	75,4	64,3	84,0	72,3	62,8	79,4
29	72,9	63,1	81,0	71,1	62,9	77,3	67,2	54,9	73,8
30	73,8	63,6	81,8	72,4	63,0	77,8	72,9	59,8	79,0

Cuadro 25. Datos promediados de LAeqT, Lmin, Lmax; en los tres turnos del jueves.

PUNTOS	MAÑANA			TARDE			NOCHE		
	LAeqT	Min	Max	LAeqT	Min	Max	LAeqT	Min	Max
1	74,2	61,4	83,3	74,2	60,4	80,6	70,6	59,4	77,6
2	71,0	65,8	76,8	72,7	67,3	78,0	69,7	62,3	77,1
3	73,3	65,0	79,2	74,6	64,2	79,2	69,3	56,8	76,8
4	75,3	64,2	81,2	77,1	64,7	85,6	71,5	61,1	77,2
5	76,6	66,7	84,0	74,8	67,7	80,4	71,9	61,9	80,5
6	73,8	65,1	81,8	74,1	64,7	80,5	69,1	59,2	76,3
7	73,2	62,8	79,4	73,5	64,6	79,6	69,4	62,1	73,5
8	76,5	67,9	84,2	77,3	67,1	84,7	74,9	62,3	84,4
9	74,5	64,7	80,0	73,9	62,1	80,7	71,5	62,1	80,8
10	75,2	67,1	83,7	74,1	64,1	83,1	68,9	59,7	73,7
11	71,8	61,8	77,5	72,5	61,7	77,8	69,7	58,5	78,4
12	73,3	65,1	79,5	71,2	64,0	76,6	70,7	64,7	76,8
13	76,4	68,1	81,5	77,5	68,8	84,9	72,7	63,2	78,2
14	70,8	64,7	75,3	72,3	64,0	82,4	68,1	57,7	77,4
15	76,0	66,6	84,1	73,7	66,4	79,7	71,2	62,7	77,4
16	73,3	60,2	81,3	73,7	63,4	80,5	68,3	59,1	75,4
17	69,2	60,2	76,9	72,0	63,8	78,1	77,0	70,0	81,9
18	75,7	64,3	83,0	74,2	63,3	81,0	72,7	60,0	80,2
19	71,7	59,1	77,4	71,7	61,4	76,5	68,3	56,3	75,0
20	73,9	67,4	78,7	73,3	62,6	79,2	71,1	60,0	80,4
21	72,7	65,7	78,1	70,6	59,5	76,6	67,5	55,2	74,9
22	75,0	59,6	84,7	74,9	68,0	81,8	78,7	74,5	84,0
23	76,9	65,0	87,0	74,2	63,6	80,6	72,1	62,0	78,1
24	71,1	63,5	76,6	72,7	67,2	78,2	68,1	59,8	74,8
25	76,6	62,1	85,2	74,4	62,2	80,5	74,3	60,6	84,3
26	71,5	60,4	77,7	71,9	61,9	77,7	69,3	54,9	76,5
27	72,0	60,8	81,1	72,2	59,4	80,9	70,2	57,3	79,2
28	74,9	65,3	81,1	74,7	66,0	79,7	72,0	61,6	79,4
29	71,6	62,4	76,2	75,6	61,4	87,4	67,5	56,7	77,3
30	73,6	58,8	79,1	73,6	61,8	82,5	73,6	59,6	76,7

Cuadro 26. Datos promediados de LAeqT, Lmin, Lmax; en los tres turnos del viernes.

PUNTOS	MAÑANA			TARDE			NOCHE		
	LAeqT	Min	Max	LAeqT	Min	Max	LAeqT	Min	Max
1	75,1	62,0	84,3	73,6	63,2	83,3	71,1	58,6	79,6
2	71,5	66,0	75,9	73,2	66,3	79,3	70,1	61,2	76,4
3	75,7	64,1	84,7	74,4	63,7	80,4	69,4	60,1	75,2
4	74,1	65,8	81,8	77,3	67,1	83,5	72,0	60,1	78,3
5	75,9	68,1	82,0	76,7	67,6	85,0	72,4	63,9	78,5
6	71,7	59,3	77,8	76,1	66,0	82,7	69,3	59,1	78,3
7	72,4	64,7	78,2	74,1	64,1	80,5	72,6	65,4	78,8
8	77,5	65,7	87,6	82,9	74,7	90,8	73,1	62,5	81,3
9	74,1	62,9	80,4	75,1	64,0	84,6	71,0	61,8	79,7
10	74,4	69,0	80,0	74,8	64,0	82,6	71,0	59,8	77,0
11	72,9	63,2	81,4	73,9	66,4	80,1	70,5	56,7	78,5
12	74,7	65,7	84,0	72,9	66,3	80,6	72,1	65,9	79,1
13	76,9	69,9	83,0	76,2	67,8	83,8	71,7	61,3	79,4
14	69,4	60,9	76,4	70,5	62,7	78,8	72,8	63,4	81,8
15	76,5	66,8	82,6	73,0	62,0	79,0	70,2	60,7	77,5
16	72,1	62,5	79,5	72,5	64,6	77,4	72,8	62,4	81,2
17	70,7	58,2	79,3	72,0	61,8	79,1	76,0	72,2	81,2
18	75,2	68,2	81,3	75,4	67,3	82,5	71,3	63,0	77,2
19	71,4	62,7	78,9	72,4	60,1	78,0	70,2	60,2	77,1
20	71,7	65,8	76,2	75,1	64,8	86,3	70,8	60,9	77,7
21	70,2	58,3	74,8	69,4	58,5	76,0	69,7	57,2	77,7
22	74,1	65,7	81,2	75,8	70,6	85,1	79,1	75,3	84,1
23	75,8	66,1	83,3	75,8	65,7	84,0	72,0	62,9	80,3
24	72,9	65,8	78,1	74,5	65,2	82,1	69,4	62,3	75,1
25	73,7	60,7	80,2	74,2	60,5	79,6	71,9	60,5	79,4
26	72,8	64,3	80,2	73,8	63,1	85,8	69,4	55,4	75,3
27	72,3	63,4	80,6	71,2	60,2	77,6	68,0	56,9	75,1
28	77,3	68,7	83,7	75,6	66,0	85,4	73,7	61,8	79,9
29	71,4	62,7	76,7	72,8	59,0	84,3	68,3	56,4	77,3
30	73,6	66,9	79,8	73,6	64,3	78,4	73,6	62,8	82,9

Cuadro 27. Datos promediados de LAeqT, Lmin, Lmax; en los tres turnos del sábado.

PUNTOS	MAÑANA			TARDE			NOCHE		
	LAeqT	Min	Max	LAeqT	Min	Max	LAeqT	Min	Max
1	75,9	60,5	84,9	74,7	60,7	83,4	70,3	57,7	76,6
2	71,0	63,9	77,1	73,1	63,2	82,6	71,5	64,1	81,4
3	72,8	63,7	78,1	73,9	66,1	80,5	69,4	59,0	79,2
4	76,2	64,1	83,6	75,1	62,6	83,7	71,2	58,8	81,7
5	76,3	69,4	83,3	77,7	68,0	85,2	72,6	62,2	79,3
6	72,7	61,9	82,4	75,0	63,1	83,4	69,3	60,5	74,4
7	74,2	63,4	81,0	75,1	63,9	84,7	71,3	63,2	77,5
8	76,2	66,3	83,0	75,3	67,1	81,5	74,3	64,0	81,0
9	74,6	61,5	79,1	73,0	62,7	79,2	71,6	60,9	80,9
10	74,8	65,3	80,6	74,5	66,2	80,7	72,0	63,0	79,9
11	73,3	62,8	81,4	71,3	62,0	76,6	69,2	60,4	77,3
12	72,0	64,3	78,5	72,7	63,9	81,4	71,3	65,5	76,0
13	75,9	69,1	82,1	75,0	68,0	80,7	73,8	67,2	78,9
14	68,4	60,3	73,8	69,2	61,7	74,0	68,4	58,4	75,6
15	74,1	65,8	81,6	74,4	66,6	81,5	70,8	63,5	76,0
16	72,7	63,1	78,5	72,7	63,1	80,1	70,3	62,9	75,0
17	67,6	56,9	75,0	72,3	63,3	78,8	76,8	69,3	86,3
18	75,8	65,3	83,2	76,5	65,8	86,3	74,4	66,5	82,6
19	71,4	57,6	78,9	71,8	59,9	78,6	69,3	61,3	76,5
20	72,6	63,1	80,0	72,5	62,3	77,9	69,1	60,0	76,9
21	70,6	59,6	78,0	69,6	59,6	77,5	67,7	57,0	74,4
22	72,7	58,3	84,5	76,6	70,7	82,6	78,8	74,8	83,1
23	75,5	66,3	84,2	75,2	66,1	82,5	72,7	62,9	79,5
24	72,2	60,6	81,1	72,3	61,5	78,5	69,5	63,0	74,2
25	72,9	59,4	78,5	74,0	61,5	81,1	70,9	60,3	78,5
26	70,3	58,7	77,9	69,9	60,1	76,2	65,7	52,5	72,0
27	69,8	54,2	75,4	70,5	62,6	76,5	69,5	61,4	75,7
28	75,4	67,1	81,9	76,6	67,0	84,8	74,2	66,1	80,1
29	71,8	58,4	79,4	69,3	57,0	78,0	68,9	58,6	76,3
30	73,6	61,6	82,5	73,6	62,1	85,1	73,6	61,0	77,7

Cuadro 28. Datos promediados de LAeqT, Lmin, Lmax; en los tres turnos del domingo.

PUNTOS	MAÑANA			TARDE			NOCHE		
	LAeqT	Min	Max	LAeqT	Min	Max	LAeqT	Min	Max
1	72,0	60,5	79,3	60,1	60,1	78,1	70,4	60,5	79,4
2	71,3	64,2	78,4	62,5	62,5	78,5	67,6	56,9	73,9
3	73,7	60,9	79,6	63,3	63,3	81,7	66,8	57,0	73,3
4	73,3	64,4	78,5	61,6	61,6	86,4	74,4	60,0	84,1
5	73,8	64,9	79,3	67,1	67,1	81,6	72,4	60,3	79,2
6	72,7	65,7	79,0	65,4	65,4	85,4	67,9	55,6	77,1
7	74,4	65,1	83,4	62,3	62,3	80,0	70,9	61,8	80,6
8	76,8	66,4	84,2	66,2	65,6	83,7	73,0	60,6	81,7
9	75,4	62,4	85,0	62,8	62,9	78,2	72,7	63,0	79,7
10	75,3	64,7	82,6	67,0	67,8	81,2	72,7	61,8	79,8
11	73,8	59,0	83,0	63,7	63,7	81,5	69,2	59,0	76,0
12	69,3	62,6	76,0	63,3	63,3	81,5	73,8	64,6	84,8
13	76,1	64,9	83,3	67,0	67,0	86,1	73,1	62,6	82,7
14	71,7	62,3	79,5	57,8	57,8	76,3	67,4	59,8	74,3
15	73,1	64,5	78,4	64,9	64,9	80,3	71,8	64,8	78,1
16	72,8	63,2	78,7	60,1	60,1	78,3	71,8	58,6	80,4
17	70,7	56,5	80,3	59,1	58,3	74,1	74,5	69,5	79,1
18	73,9	62,7	79,1	64,8	64,8	78,9	71,2	62,6	77,5
19	70,1	52,6	77,3	56,1	56,1	78,7	69,0	56,4	77,5
20	71,3	61,4	78,4	65,6	65,6	81,3	69,2	60,6	76,5
21	69,6	58,1	76,7	55,0	55,0	75,7	68,9	53,6	77,8
22	69,9	59,6	76,9	69,0	68,4	82,7	79,2	76,1	83,3
23	73,5	65,8	78,9	63,4	63,4	84,3	73,5	62,1	83,2
24	71,3	60,9	78,6	62,5	62,5	78,3	71,8	62,2	80,4
25	73,6	60,6	80,5	56,0	56,0	81,3	74,5	60,7	86,9
26	70,2	58,7	77,9	60,1	60,1	76,2	67,6	55,4	73,8
27	68,6	57,0	73,8	60,9	60,9	77,8	68,4	57,5	75,0
28	73,6	63,6	81,1	62,7	62,7	81,9	72,4	62,4	78,1
29	69,7	58,4	75,6	55,5	55,5	77,1	67,1	51,5	78,2
30	75,0	58,3	83,8	62,6	62,5	82,8	73,2	58,6	83,3

Cuadro 29. Valores del nivel de presión sonora (LAeqT) corregidos con la incertidumbre positiva para cada punto de monitoreo, día y turno de medición.

PUNTOS	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			SÁBADO			DOMINGO		
	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.
1	73,9	76,2	73,0	75,1	73,3	71,8	73,3	74,2	70,8	76,2	76,0	73,0	77,0	75,4	73,3	77,8	76,5	72,5	74,4	72,9	72,8
2	73,5	73,1	70,6	73,2	72,7	71,4	73,5	75,6	73,9	73,2	74,4	72,2	73,5	75,1	72,6	73,7	75,0	73,7	73,3	73,3	73,3
3	75,5	77,2	73,5	76,8	75,6	73,0	76,6	74,0	72,6	75,7	77,0	72,4	78,1	76,7	72,2	75,2	76,4	72,5	76,4	76,8	76,8
4	75,3	77,3	73,6	78,3	77,8	73,2	79,7	80,0	73,6	77,1	78,9	73,9	76,1	79,0	74,2	78,1	77,2	73,6	75,5	77,6	76,7
5	75,4	79,0	73,8	78,3	78,8	74,7	78,6	77,5	73,0	78,5	76,8	74,6	78,0	78,8	75,0	78,1	79,6	75,1	76,4	76,8	75,1
6	75,2	74,4	72,1	76,7	75,2	71,6	78,3	76,7	72,2	76,5	76,4	72,1	74,3	78,6	72,2	75,3	77,5	72,1	75,1	76,8	71,5
7	76,2	76,8	73,1	76,5	75,4	74,1	76,3	76,2	72,8	75,4	75,7	72,4	74,4	76,1	75,3	76,2	77,0	73,7	76,9	75,8	73,4
8	78,4	77,8	76,5	80,0	78,3	74,1	78,8	78,5	75,5	78,4	78,9	77,2	79,4	82,5	75,3	77,9	77,2	76,2	78,6	77,1	75,3
9	77,4	79,9	73,3	77,8	76,2	72,9	77,8	76,3	73,7	76,6	76,0	74,0	76,4	77,2	73,4	76,6	75,2	73,8	77,7	74,6	75,2
10	77,0	75,5	72,1	76,8	78,9	74,6	76,6	78,5	74,5	77,3	76,3	71,7	76,8	76,9	73,5	76,7	76,3	74,4	77,7	76,0	75,5
11	75,6	76,7	73,2	76,2	75,5	74,3	75,4	75,9	72,0	74,3	75,0	72,8	74,9	76,0	73,2	75,7	73,5	72,0	76,6	75,4	71,9
12	71,6	76,2	75,5	76,5	76,4	75,8	72,5	74,7	74,0	75,6	73,3	73,2	77,0	75,1	74,4	74,4	75,0	73,5	72,1	74,9	76,1
13	77,9	76,6	74,8	78,4	76,3	73,6	77,5	77,0	74,6	78,7	79,3	74,9	79,1	78,2	74,3	77,9	77,2	75,7	78,1	79,5	75,5
14	74,4	72,7	71,9	74,9	77,1	73,1	73,2	71,1	73,8	73,6	74,5	71,1	72,3	73,1	75,5	71,1	72,2	71,3	74,5	70,5	70,5
15	75,1	76,0	74,1	75,5	76,8	74,0	76,9	79,1	73,7	78,0	75,7	73,8	79,0	75,4	72,7	76,3	76,6	73,2	75,6	75,0	74,7
16	74,8	77,7	72,2	77,0	77,0	75,5	76,6	77,5	75,0	75,9	76,3	71,4	74,5	74,7	75,5	75,1	75,0	73,1	75,4	74,3	74,5
17	73,4	75,3	76,2	73,6	70,7	76,6	74,6	72,3	78,2	72,3	74,5	79,4	73,4	74,4	78,3	71,0	75,2	78,8	74,2	71,0	76,8
18	75,7	76,6	74,8	77,6	76,4	73,8	77,8	77,7	73,8	78,0	76,3	75,3	77,5	77,2	73,9	77,9	78,5	76,3	76,2	75,4	73,8
19	72,4	75,4	72,2	77,1	75,7	71,9	75,4	74,8	70,8	74,3	74,1	71,2	74,3	74,9	73,1	74,4	74,6	72,0	73,4	73,2	71,8

[MAÑ.]: Mañana, [TAR.]: Tarde, [NOC.]: Noche.

■ Entre 65 - 70 dB □ Entre 70 - 75 dB □ Entre 75 - 80 dB ■ Más de 80 dB

Cuadro 29. Continuación.

PUNTOS	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			SÁBADO			DOMINGO		
	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.
20	74,6	76,2	71,7	74,8	76,5	73,1	76,2	76,5	72,2	76,2	75,4	73,7	74,3	77,3	73,3	74,8	74,6	71,6	74,0	75,9	72,1
21	71,6	74,6	73,1	75,8	72,9	72,2	73,0	73,9	70,6	74,6	72,9	70,4	72,4	71,7	72,6	73,0	72,0	70,7	72,4	71,3	71,8
22	72,3	76,9	82,2	76,5	77,9	81,9	78,1	77,2	78,8	77,5	77,0	81,9	76,6	78,0	81,3	75,3	79,0	85,7	73,0	77,5	82,2
23	75,5	76,9	73,6	77,2	76,1	74,0	76,3	75,7	73,1	79,2	76,4	76,1	78,0	77,8	74,8	77,7	77,2	74,9	75,7	78,6	76,1
24	73,7	73,5	78,1	74,0	75,5	73,0	75,3	73,7	70,5	73,5	75,3	71,4	75,0	77,3	72,1	75,0	74,9	72,5	74,1	73,6	74,8
25	75,7	76,1	73,3	75,7	81,2	73,2	79,3	77,1	73,4	78,7	76,4	76,8	76,0	76,2	74,3	75,1	76,0	73,2	76,1	77,8	77,3
26	72,8	75,7	70,8	76,3	75,2	75,4	73,9	75,2	71,7	73,8	74,3	72,3	75,0	76,1	72,4	73,3	72,6	69,2	73,2	72,6	70,9
27	71,0	76,7	71,9	72,9	73,5	71,8	74,4	73,8	72,0	74,8	74,7	73,0	75,1	73,4	70,7	72,8	73,1	71,9	71,6	72,7	71,0
28	75,5	77,1	75,1	78,2	76,2	71,9	77,5	77,5	74,9	77,2	76,7	74,6	79,4	77,6	76,4	77,4	78,4	76,4	76,0	76,7	74,9
29	72,2	72,4	72,0	75,1	74,7	71,9	75,7	73,5	71,2	74,0	78,1	71,3	73,6	75,4	71,6	74,5	71,9	72,5	72,7	72,5	71,1
30	77,2	76,0	72,4	77,7	76,8	74,4	76,3	74,9	75,6	76,0	75,8	76,3	75,9	76,1	76,3	76,0	75,9	76,7	77,2	76,4	75,9

[MAÑ.]: Mañana, [TAR.]: Tarde, [NOC.]: Noche.

■ Entre 65 - 70 dB □ Entre 70 - 75 dB ■ Entre 75 - 80 dB ■ Más de 80 dB

Cuadro 30. Valores del nivel de presión sonora (LAeqT) corregidos con la incertidumbre negativa para cada punto de monitoreo, día y turno de medición.

PUNTOS	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			SÁBADO			DOMINGO		
	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.
1	70,2	72,4	68,2	71,0	69,6	67,0	69,7	70,5	66,2	72,2	72,4	68,3	73,2	71,8	68,9	73,9	73,0	68,2	69,7	68,7	68,0
2	69,0	68,9	65,9	68,7	68,9	65,9	69,4	71,1	69,1	68,9	70,9	67,2	69,4	71,3	67,5	68,3	71,3	69,4	69,2	69,3	65,1
3	71,8	73,0	67,7	72,3	70,6	67,0	71,3	69,2	66,7	70,9	72,2	66,2	73,2	72,1	66,5	70,4	71,4	66,3	70,9	71,5	63,7
4	71,4	74,0	68,6	74,4	74,3	67,9	76,5	76,8	68,1	73,5	75,3	69,0	72,1	75,6	69,7	74,2	73,0	68,9	71,1	73,5	72,1
5	72,1	75,6	68,8	74,4	74,3	69,8	74,1	73,4	67,2	74,7	72,8	69,1	73,9	74,6	69,7	74,4	75,8	70,1	71,1	72,8	69,7
6	70,1	69,8	64,5	71,8	69,9	65,5	73,7	71,8	66,3	71,1	71,8	66,0	69,2	73,6	66,4	70,2	72,5	66,4	70,2	78,0	64,4
7	72,6	73,3	68,2	72,2	71,4	69,0	72,0	71,6	67,6	71,1	71,3	66,3	70,5	72,1	69,9	72,1	73,1	68,9	72,0	71,0	68,4
8	75,2	74,3	72,1	76,2	75,1	69,3	75,7	75,1	71,2	74,5	75,7	72,6	75,6	81,3	71,0	74,4	73,5	72,4	75,0	73,6	70,8
9	73,4	76,4	67,9	73,5	72,0	68,4	73,7	72,5	69,2	72,5	71,8	69,1	71,7	72,9	68,6	72,5	70,7	69,4	73,2	70,2	70,2
10	73,6	72,0	67,3	73,0	75,0	69,6	71,8	74,7	69,7	73,2	71,9	66,2	72,0	72,6	68,5	72,9	72,6	69,5	73,0	72,0	69,9
11	71,9	72,2	67,9	72,4	71,7	69,4	70,6	71,1	66,1	69,3	70,1	66,6	70,8	71,9	67,8	70,9	69,1	66,4	71,0	70,7	66,5
12	66,9	72,3	70,6	72,2	71,9	71,4	67,7	70,7	69,5	70,9	69,1	68,2	72,3	70,8	69,9	69,7	70,4	69,1	66,5	70,3	71,5
13	74,2	72,1	70,1	74,3	73,0	68,7	73,8	73,4	69,6	74,1	75,8	70,4	74,7	74,2	69,1	73,9	72,7	72,0	74,0	75,4	70,7
14	69,1	67,7	66,0	70,0	72,6	67,7	67,8	65,4	67,4	68,0	70,1	65,0	66,4	68,0	70,1	65,6	66,2	65,6	69,0	64,8	64,4
15	71,1	72,3	69,3	71,6	72,6	68,9	72,7	75,3	69,0	74,0	71,7	68,6	74,0	70,6	67,7	71,8	72,3	68,3	70,6	70,7	68,9
16	70,8	73,5	66,8	73,1	73,0	70,5	72,5	73,5	70,1	70,8	71,1	65,3	69,7	70,2	70,1	70,3	70,4	67,5	70,2	69,2	69,1
17	68,0	70,2	70,6	68,0	64,7	71,6	68,5	67,5	73,5	66,1	69,5	74,6	68,1	69,6	73,6	64,2	69,3	74,8	67,1	65,2	72,3
18	72,1	72,8	69,8	73,4	72,6	68,9	74,0	74,0	69,2	73,3	72,1	70,1	73,0	73,6	68,7	73,7	74,4	72,5	71,7	71,1	68,7
19	67,9	70,1	66,8	72,2	70,7	66,4	69,8	69,3	65,1	69,1	69,3	65,4	68,5	69,8	67,3	68,3	69,0	66,7	66,8	67,5	66,1

[MAÑ.]: Mañana, [TAR.]: Tarde, [NOC.]: Noche.

Entre 65 - 70 dB Entre 70 - 75 dB Entre 75 - 80 dB Más de 80 dB

Cuadro 30. Continuación.

PUNTOS	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			SÁBADO			DOMINGO		
	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.	MAÑ.	TAR.	NOC.
20	68,1	72,6	66,4	70,5	72,0	68,3	71,2	72,5	67,0	71,7	71,2	68,6	69,2	72,9	68,3	70,3	70,3	66,7	68,7	70,4	66,3
21	67,5	70,2	67,2	71,6	68,8	66,6	68,3	69,6	64,8	70,7	68,3	64,6	67,9	67,0	66,8	68,2	67,1	64,8	66,7	65,8	65,9
22	67,4	73,0	77,7	71,8	73,0	78,1	72,4	72,7	74,7	72,5	72,8	76,4	71,6	73,7	77,0	70,1	74,2	76,9	66,8	72,6	77,1
23	71,5	72,8	68,6	72,9	72,2	69,0	72,6	71,3	67,9	74,6	72,1	68,1	73,5	73,8	69,2	73,4	73,2	70,4	71,3	74,4	71,0
24	68,8	68,6	72,2	68,9	70,8	67,6	70,5	68,8	64,0	68,7	70,1	64,9	70,7	71,7	66,7	69,5	69,8	66,6	68,4	68,0	68,9
25	71,5	72,4	68,0	71,3	77,1	68,4	74,1	73,2	68,1	74,4	72,3	71,7	71,4	72,2	69,5	70,6	71,9	68,6	71,1	73,2	71,7
26	67,6	70,8	63,3	71,1	70,8	69,6	69,5	70,3	65,3	69,2	69,5	66,3	70,7	71,5	66,5	67,3	67,2	62,2	67,2	67,2	64,3
27	66,1	72,0	66,1	67,7	67,8	65,7	68,9	68,8	66,8	69,1	69,7	67,4	69,5	69,0	65,3	66,9	67,9	67,0	65,6	67,3	65,7
28	71,6	73,3	70,1	73,7	71,7	65,6	73,3	73,3	69,7	72,7	72,7	69,3	75,1	73,5	70,9	73,3	74,8	72,0	71,1	72,4	69,9
29	67,2	67,2	64,7	69,7	70,0	65,6	70,0	68,8	63,3	69,3	73,1	63,8	69,2	70,3	65,0	69,1	66,6	65,4	66,7	65,7	63,0
30	72,7	71,6	67,0	73,0	72,4	68,5	71,2	70,0	70,2	71,2	71,4	70,9	71,3	71,1	70,9	71,2	71,2	70,5	72,7	71,4	70,4

[MAÑ.]: Mañana, [TAR.]: Tarde, [NOC.]: Noche.

Entre 65 - 70 dB Entre 70 - 75 dB Entre 75 - 80 dB Más de 80 dB

Cuadro 31. Número promedio de parámetros ambientales en los puntos de monitoreo.

Punto de Monitoreo	MAÑANA				TARDE				NOCHE			
	T°	HR	PB	VV	T°	HR	PB	VV	T°	HR	PB	VV
1	26,3	80,4	941,3	0,3	32,3	57,6	937,6	0,3	25,5	86,3	940,0	0,3
2	25,8	82,0	941,6	0,5	31,6	59,0	937,2	0,7	25,4	85,7	939,9	0,3
3	25,6	81,6	942,0	0,2	31,1	60,2	938,3	0,3	25,4	85,8	939,2	0,2
4	25,9	85,2	941,8	0,3	31,7	60,9	938,8	0,5	24,9	88,3	939,7	0,4
5	25,5	84,5	941,8	0,5	32,0	62,4	938,2	0,1	25,6	84,8	939,3	0,5
6	25,6	83,4	941,7	0,2	31,6	62,9	938,8	0,4	24,8	87,9	939,7	0,3
7	24,9	87,0	939,7	0,4	31,4	61,9	938,3	0,4	24,1	88,5	938,7	0,5
8	26,5	83,6	942,0	0,4	31,9	61,7	937,9	0,4	25,4	86,9	940,3	0,3
9	26,3	82,4	942,0	0,3	30,6	65,8	938,6	0,5	24,6	88,4	940,1	0,5
10	25,7	81,3	909,4	0,3	32,0	60,7	941,5	0,5	25,3	85,5	939,4	0,5
11	24,8	87,0	940,1	0,5	31,3	62,5	938,7	0,5	24,3	88,8	939,0	0,4
12	26,0	84,5	942,1	0,3	30,7	65,0	939,1	0,3	24,9	87,9	940,0	0,3
13	26,1	82,8	941,8	0,4	32,1	62,0	938,1	0,4	25,7	85,8	940,3	0,4
14	25,3	77,6	942,4	0,3	32,1	58,0	938,6	0,5	24,9	82,1	939,6	0,6
15	26,1	80,9	942,0	0,4	31,5	61,0	938,7	0,3	25,3	86,3	939,7	0,5
16	25,3	85,4	940,2	0,4	30,9	60,5	938,7	0,6	24,4	89,4	939,1	0,3
17	25,5	84,3	942,3	0,3	30,3	64,8	939,0	0,3	24,2	85,4	940,3	0,5
18	26,3	83,3	942,0	0,3	31,7	66,9	938,1	0,4	25,1	86,7	940,5	0,5
19	25,2	81,6	942,6	0,3	30,7	58,7	939,1	0,3	24,8	79,8	939,8	0,4
20	25,2	83,5	942,5	0,5	31,5	88,6	938,5	0,5	25,0	85,8	939,5	0,7
21	25,9	83,3	940,3	0,3	31,5	61,8	938,4	0,2	24,6	88,1	939,2	0,4
22	25,5	85,0	942,2	0,3	30,7	65,5	939,3	0,3	24,7	88,4	940,2	0,4
23	26,0	83,3	942,1	0,5	31,9	62,5	938,2	0,4	25,2	87,9	940,7	0,2

[HR]: Humedad Relativa, [T°]: Temperatura, [PB]: Presión Barométrica, [VV]: Velocidad del viento.

Cuadro 31. Continuación.

Punto de Monitoreo	MAÑANA				TARDE				NOCHE			
	T°	HR	PB	VV	T°	HR	PB	VV	T°	HR	PB	VV
24	24,8	86,0	940,5	0,3	31,5	64,0	939,0	0,3	24,7	87,2	939,3	0,3
25	25,9	83,6	941,8	0,4	31,7	63,2	938,5	0,3	25,1	86,3	939,6	0,5
26	25,9	83,7	939,8	0,3	31,3	63,7	938,0	0,4	25,2	86,5	939,2	0,3
27	25,2	85,6	942,4	0,2	30,9	65,7	939,0	0,3	24,7	87,8	940,5	0,3
28	25,3	83,4	942,1	0,3	31,8	61,1	938,1	0,4	24,8	87,8	940,7	0,4
29	25,6	82,7	940,2	0,3	31,5	61,9	938,4	0,4	25,1	86,2	851,0	0,3
30	26,1	82,3	945,9	0,3	31,0	65,8	938,6	0,3	25,2	83,8	939,5	0,4

[HR]: Humedad Relativa, [T°]: Temperatura, [PB]: Presión Barométrica, [VV]:
Velocidad del viento.

Cuadro 32. Medias, Desviación Estándar y Error de las variables de los grupos
obtenidos del análisis por conglomerado.

Conglomerado	Variable	n	Media	D.E.	E.E.
1	LAeqT promedio	315	70,42	2,27	0,13
	Temperatura (°C)	315	27,32	3,27	0,18
	Humedad Relativa (%)	315	76,97	12,95	0,73
	Presión barométrica (hPa)	315	933,81	73,71	4,15
	Velocidad del viento (m/s)	315	0,33	0,35	0,02
	Densidad Vehicular (N° veh./min)	315	13,93	5,08	0,29
2	LAeqT promedio	189	71,21	1,99	0,14
	Temperatura (°C)	189	27,18	3,23	0,23
	Humedad Relativa (%)	189	76,02	13,88	1,01
	Presión barométrica (hPa)	189	939,89	2,24	0,16
	Velocidad del viento (m/s)	189	0,38	0,34	0,02
	Densidad Vehicular (N° veh./min)	189	16,85	7,16	0,52

Cuadro 32. Continuación.

Conglomerado	Variable	n	Media	D.E.	E.E.
3	LAeqT promedio	567	72,48	2,46	0,10
	Temperatura (°C)	567	27,13	3,30	0,14
	Humedad Relativa (%)	567	78,78	27,93	1,17
	Presión barométrica (hPa)	567	939,8	1,99	0,08
	Velocidad del viento (m/s)	567	0,37	0,35	0,01
	Densidad Vehicular (Nº veh./min)	567	19,16	7,93	0,33
4	LAeqT promedio	315	73,52	2,31	0,13
	Temperatura (°C)	315	27,5	3,14	0,18
	Humedad Relativa (%)	315	77,15	12,45	0,70
	Presión barométrica (hPa)	315	938,35	27,54	1,55
	Velocidad del viento (m/s)	315	0,40	0,37	0,02
	Densidad Vehicular (Nº veh./min)	315	20,72	7,67	0,43
5	LAeqT promedio	378	74,39	2,27	0,12
	Temperatura (°C)	378	27,65	3,32	0,17
	Humedad Relativa (%)	378	77,75	12,8	0,66
	Presión barométrica (hPa)	378	940,12	2,27	0,12
	Velocidad del viento (m/s)	378	0,44	1,45	0,07
	Densidad Vehicular (Nº veh./min)	378	24,47	9,95	0,51
6	LAeqT promedio	126	75,89	2,79	0,25
	Temperatura (°C)	126	27,45	3,32	0,30
	Humedad Relativa (%)	126	78,52	12,71	1,13
	Presión barométrica (hPa)	126	940,31	2,15	0,19
	Velocidad del viento (m/s)	126	0,36	0,29	0,03
	Densidad Vehicular (Nº veh./min)	126	28,24	12,96	1,16

Fuente: Datos obtenidos después de haber analizado los valores medidos, con el software InfoStat versión Estudiantil.

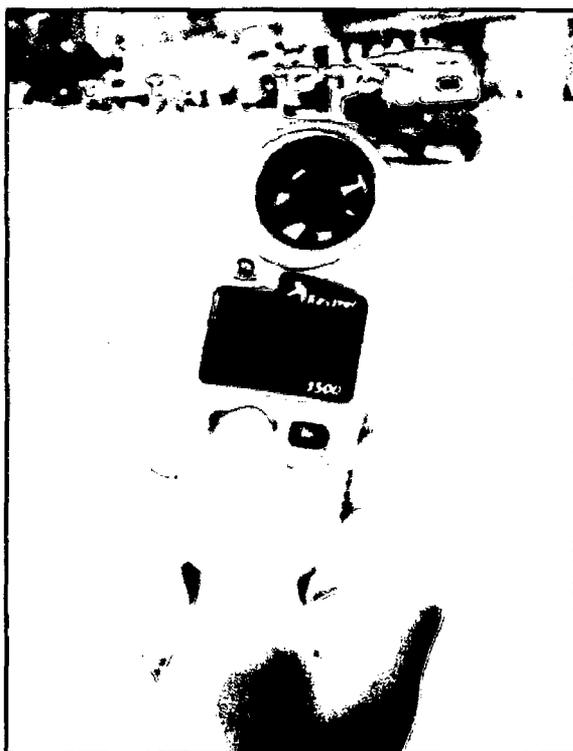


Figura 39. Anemómetro utilizado para medir las variables ambientales.

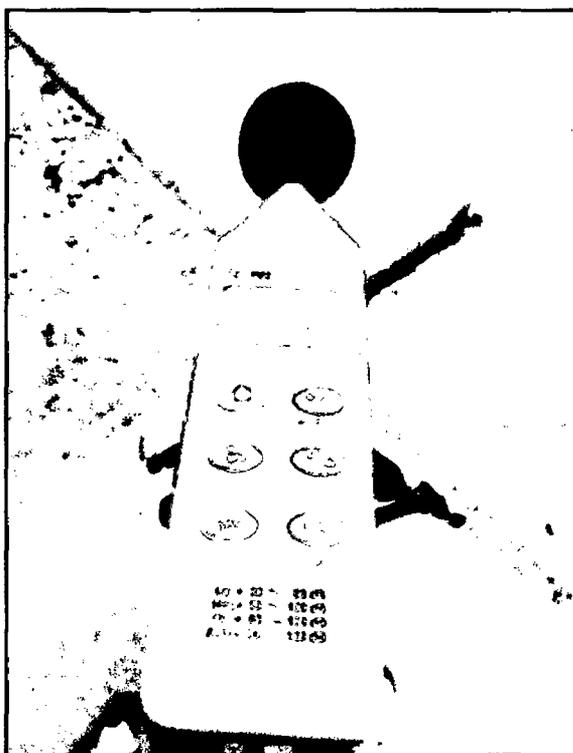


Figura 40. Sonómetro utilizado para medir los niveles de presión sonora.



Figura 41. Medición en el punto 18 (esquina Av. Antonio Raymondi con Jr. Pucallpa).



Figura 42. Medición en el punto 1 (esquina Av. Enrique Pimentel con Av. 28 de Julio).



Figura 43. Medición en el punto 11 (esquina Av. Amazonas con Jr. José Prato).



Figura 44. Medición en el punto 26 (esquina Av. Amazonas con Jr. Aguaytia).



Figura 45. Medición en el punto 24 (esquina Av. Ucayali con Jr. Aucayacu).



Figura 46. Medición en el punto 5 (esquina Av. Tito Jaime con Jr. Callao).



Figura 47. Encuesta en el punto 29 (esquina Av. Ucayali con Jr. Julio Burga).

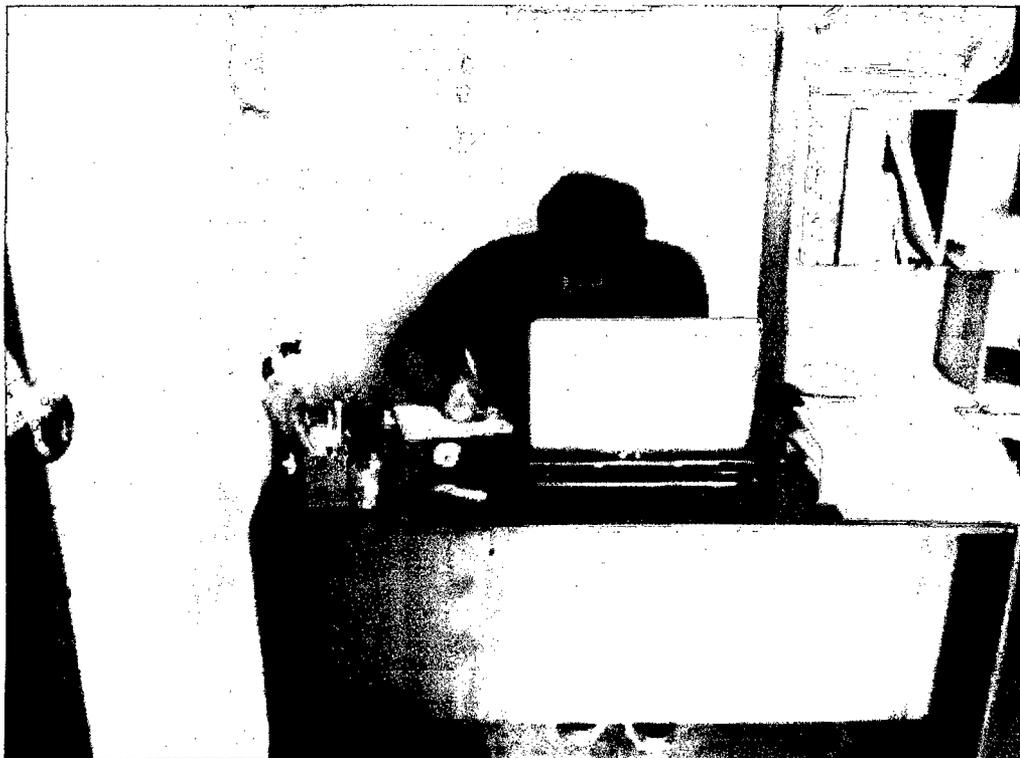


Figura 48. Encuesta en el punto 9 (esquina Av. Ucayali con Jr. Monzón).