

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



**“Niveles de ruido y su impacto ambiental en la ciudad de
Ayacucho y provincia de Huamanga”**

Tesis

Para optar el Grado Académico de Maestra en Ciencias de la
Ingeniería con

Mención en Gerencia de Proyectos y Medio Ambiente

PRESENTADO POR:

Bach. MENDIETA CALLIRGOS, Ana Isabel

AYACUCHO – PERÚ

2015

DEDICATORIA

A mis queridos padres, hermanos y en especial a mis tesoros más valiosos mis hijos: José Manuel y Valeria, que me brindan su amor y la calidez de la familia a la cual amo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por acogerme y brindarme sus aulas para mi formación profesional.

A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga que me permitió cumplir con una de mis metas académicas, a la Unidad de Maestría en Ciencias de la Ingeniería con mención en Gerencia de Proyectos y Medio Ambiente, a su plana docente y a mis compañeros de aula por su apoyo incondicional.

A los docentes que contribuyeron en mi formación profesional, por ser portadores de sabiduría y conocimientos científicos.

A mi asesor, Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz por su orientación académica y contribución, que han permitido la elaboración y finalización del presente trabajo de tesis.

A la Gerencia de Servicios Municipales- Subgerencia de Comercio y Mercados y la Gerencia de Transportes de la Municipalidad Provincial de Huamanga que me apoyaron en tomar las muestras facilitándome el sonómetro utilizado en el presente trabajo de investigación.

A mis compañeros de estudios que gracias a su apoyo incondicional, su amistad y compañerismo contribuyeron significativamente en la materialización de mi trabajo de investigación.

A todas aquellas personas que de una u otra manera fueron involucradas en este proceso y que con su apoyo hicieron posible la conclusión de la misma.

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	11
II. MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes	15
2.2. Marco conceptual	23
2.3. Fundamento teórico	24
2.3.1. El sonido	24
2.3.2. El ruido	28
2.3.3. Contaminación acústica urbana y principales fuentes	31
2.3.4. Efectos de la exposición al ruido	39
2.4. Marco legal	47
2.4.1. Norma Nacional	47
2.4.2. Norma Local	52
III. MATERIALES Y MÉTODOS	56
3.1. Ubicación de la zona de estudio	56
3.2. Población y muestra	57
3.3. Metodología y recolección de datos	57
3.4. Tipo de investigación	59
3.5. Análisis estadístico	59
IV. RESULTADOS	60
V. DISCUSIÓN	70
VI. CONCLUSIONES	79
VII. RECOMENDACIONES	81
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	82
ANEXO	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Sonidos y niveles de ruido comunes	39
Tabla 2.	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el ruido.	51
Tabla 3.	Límites máximos permisibles para instituciones estatales del Perú	48
Tabla 4.	Tabla de infracciones, sanciones y multas de acuerdo a un plazo fijado para su cumplimiento para la ciudad de Ayacucho.	54
Tabla 5.	Intensidad del sonido de acuerdo a la ubicación, durante el día y la noche en la ciudad de Ayacucho	55
Tabla 6.	Ubicación de los lugares identificados para la determinación de los niveles de ruido, Ayacucho, 2014.	61
Tabla 7.	Niveles de ruido (promedio, mínimo y máximo) registrado en los lugares de muestreo. Ayacucho 2014	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Modo de ubicar el sonómetro para el monitoreo del ruido en calles con flujo vehicular	58
Figura 2.	Modo de ubicar al sonómetro para el monitoreo de ruido en una fuente fija.	59
Figura 3.	Porcentaje de representatividad en la muestra de los lugares considerados en el estudio, Ayacucho 2014	60
Figura 4.	Nivel de ruido promedio, máximo y mínimo registrados en lugares críticos y hora punta en 12 arterias de la ciudad de Ayacucho, 2014	63
Figura 5.	Nivel de ruido promedio, máximo y mínimo registrados en 13 locales de discotecas y afines en la ciudad de Ayacucho, 2014	64
Figura 6.	Nivel de ruido promedio, máximo y mínimo registrados en dos mercados de abastecimiento de la ciudad de Ayacucho, 2014.	65
Figura 7	Nivel de ruido promedio, máximo y mínimo registrados en el despegue de naves pertenecientes a dos empresas aéreas en el Aeropuerto Coronel FAP Alfredo Mendivil Duarte, Ayacucho, 2014	66
Figura 8.	Nivel de ruido promedio, máximo y mínimo registrados en tres ferias organizadas en la ciudad de Ayacucho, 2014	67
Figura 9.	Nivel de ruido promedio, máximo y mínimo registrados en los lugares de muestreo según tipos de la ciudad de Ayacucho, 2014	68
Figura 10	Nivel de ruido promedio, máximo y mínimo registrados en las cuatro áreas de zonificación de la ciudad de Ayacucho, 2014	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar el tipo de distribución de los datos de los niveles de ruido	86
Anexo 2.	Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido promedio de doce arterias e intersecciones en la ciudad de Ayacucho, 2014	87
Anexo 3.	Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido máximo registrados en doce arterias e intersecciones en la ciudad de Ayacucho, 2014	88
Anexo 4.	Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido promedio de trece locales de discotecas y afines en la ciudad de Ayacucho, 2014	89
Anexo 5.	Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido máximo registrados en trece locales de discoteca y afines de la ciudad de Ayacucho, 2014	90
Anexo 6.	Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido promedio registrados en dos mercados de abasto de la ciudad de Ayacucho, 2014	91
Anexo 7.	Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido medio en el despegue de las aeronaves de dos empresas áreas en el aeropuerto de la ciudad de Ayacucho, 2014	92
Anexo 8.	Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido máximo registrados en cinco lugares de muestreo en la ciudad de Ayacucho, 2014	93
Anexo 9.	Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido promedio registrados en cinco zonas en la ciudad de Ayacucho, 2014	94
Anexo 10	Registro fotográfico del proceso de toma de datos	95
Anexo 11	Mapa de ubicación de los puntos de muestreo del ruido en la ciudad de Ayacucho.	100
Anexo 12	Parque automotor en circulación a nivel nacional.	101
Anexo 13	Matriz de consistencia	102

RESUMEN

El ruido ambiental en las ciudades se ha incrementado ostensiblemente en estos últimos años, debido al incremento de la densidad poblacional y el parque automotor, según el Ministerio de Transportes y Comunicación el departamento de Ayacucho ha incrementado su parque automotor en 153% en relación al año 2004 y 2012, lamentablemente es poco lo que realizan los gobiernos central y principalmente los gobiernos locales para su control. Para el inicio de cualquier acción de control es necesario determinar los niveles de ruido en los principales lugares e identificar sus fuentes. Es por ello que en esta investigación se tuvo como principal objetivo, evaluar los niveles de ruido en la ciudad de Ayacucho y determinar sus posibles impactos negativos en su población, para ello se diseñó una investigación descriptiva de corte transversal desarrollada en los meses de octubre a diciembre del año 2014, en la que se realizó determinaciones del nivel de ruido en las calles de la ciudad identificadas como críticas y en hora punta, en discotecas a partir de las diez de la noche hasta la una de la madrugada del día siguiente y centros recreacionales, mercados de abastos y ferias. El sonómetro empleado fue de la marca PRASEK PREMIUN PR-352 con un rango de alcance es de 30 dB -130db y que fue calibrado por INDECOPI en el mes de setiembre del 2014, propiedad de la Subgerencia de Comercios y Mercados de la Gerencia de Servicios Municipales de la Municipalidad Provincial de Huamanga- Ayacucho. De los principales resultados hallados se menciona que, las calles monitorizadas presentan rangos de ruido comprendidos entre 75.1 y 89.8 dB; en caso de las discotecas entre 79.7 y 93.7 dB, para los dos mercados de abastos de la ciudad de 78.6 hasta 79.2 dB, para el aeropuerto Coronel FAP Alfredo Mendivil Duarte, presentó valores de 87.7 a 89 dB y finalmente en las ferias de 69.1 a 102.2 dB, en todos los casos los niveles de ruido supera los valores referenciales máximos mencionados en la Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A y el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruidos, por lo que dichos lugares y sus alrededores están contaminadas por el ruido. Por otro lado, de acuerdo a la zonificación de la ciudad de Ayacucho, el Centro Histórico, la zona

residencial, la comercial y la industrial, los muestreos determinaron que dichas zonas presentan valores de ruido mayores a los valores máximos referenciales, por lo que es de suponer que el impacto en los pobladores de la ciudad de Ayacucho es negativo, derivándose de ello problemas que comprometen la salud física como la disminución de la capacidad auditiva, así como problemas a nivel psíquico principalmente debido al stress.

Palabras clave: Ruido, ciudad, impacto

ABSTRACT

The ambient noise in cities has increased significantly in recent years due to increasing population density which is related to pedestrian and vehicle traffic, mainly; however enough what the local governments to control, one of which must initiate such proceso, the determinati3n noise level in the main sites and sources. That is why in this research main objective was to evaluate niveles noise in the city of Ayacucho and determine its possible negative impacts on its population for this descriptive cross-sectional research developed in the months of October and it was designed December 2014, in which the noise level measurements were performed on the streets of the city identified as critical and at rush hour (District Municipality of Huamanga), in nightclubs from 10 p.m until 1 a.m the following day and recreational centers, food markets and fairs, determinations were made. The sound level meter used was brand Prášek PREMIUN PR-352 with a range of 30 dB range is -130dB and was calibrated by INDECOPI in September of 2014, owned by the Deputy Manager of Retail Markets and Services Management Municipal Provincial Municipality of Huamanga Ayacucho. In the main results mentioned found that the streets have monitored ragos noise of falling between 75.1 and 89.8 dB and the clubs, levels of recorded noises were between 79.7 and 93.7 dB, for both food markets in the city noises 78.6 and 79.2 dB and the Airport Coronel FAP Alfredo Mendivil Duarte was found, they were introduced 87.7 89 dB and at fairs fianlmente 69.1 to 102.2 dB. On the other hand, comparatively, the airport is the area with the highest noise ($p < 0.05$), while according to the zoning of the city, the area known as "other" followed by the residential, where the most noise was recorded. Worryingly can be seen that 100% of monitored streets and places and study areas, over 60 dB regarded as the limit for residential areas and even exceed 80dB, value conisdearado as límte to an industrial area, Presumably what the impact on the residents of the city of Ayacucho was negative, so the need to identify indicators of physical health (hearing) and mental (stress).

Keywords: Noise, city, impact, level measurements

I. INTRODUCCIÓN

El ruido ambiental en los centros urbanos se ha incrementado en la medida que se ha ido incrementando la densidad demográfica, esto debido a que se halla relacionado con la magnitud de la circulación peatonal, circulación de vehículos, presencia de actividad humana, entre otras. En vista del cual, los gobiernos tanto central como los locales, han emitido normas y leyes que regulan los límites máximos permisibles con la finalidad de proteger a la colectividad en general, lamentablemente, por lo general no se cumple, debido al desconocimiento de los niveles de ruido ambiental registrados en el ámbito de la ciudad en las vías de circulación vehicular y peatonal, así como en los lugares que son muy frecuentadas como discotecas, mercados y otros lugares donde la aglomeración de personas es grande, y segundo lugar, por la falta de conocimiento y percepción de las personas de este problema. Otro aspecto que se debe resaltar es, que los niveles de ruido deben ser constantemente determinados, en la medida que la población se incrementa, lo que tampoco se cumple.

El problema del ruido ambiental en la actualidad se ha extendido prácticamente a todas las aglomeraciones humanas (ciudades), donde produce efectos negativos sobre la salud de las personas. Este hecho ha estimulado la investigación en este campo lo que ha generado medios objetivos para la lucha contra la contaminación acústica. Dentro de los principales efectos más notables del ruido sobre la salud están las afecciones que causa al aparato auditivo, pero también deben considerarse los efectos sobre el sistema nervioso, el aparato digestivo,

perturbación del sueño, interferencia con la comunicación oral, efectos sobre las actividades mentales, estrés, hipertensión, etc. Como se describe, el ruido provoca alteraciones de carácter tanto fisiológico como psicológico y social.

El incremento de los niveles sonoros en las ciudades ha sido un problema al que no se ha prestado mucha atención en el pasado, a pesar de que afecta prácticamente a todos los ciudadanos y según las encuestas de opinión, es una de las principales causas de molestia, y a veces los daños que ocasiona son irreversibles; sin embargo, como en el caso de la ciudad de Ayacucho, no se toma acciones concretas para limitar los niveles de ruido que se emiten, principalmente del parque automotor, que tendría que ser en base al desarrollo de programas de educación ambiental y el cumplimiento de las ordenanzas.

En este contexto, existen investigaciones en el que tratan de determinar el efecto que ejerce el ruido ambiental en la salud auditiva, la aparición de síntomas neuropsicológicos en escolares, como la realizada en Colombia, donde a partir de la evaluación de 581 niños y adolescentes de dos instituciones educativas, determinándose que el ruido excedía los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud, así como el 14,8% de ellos presentaban hipoacusia la misma que estuvo relacionado con los niveles de exposición al ruido. Otro resultado interesante que hallaron fue que presentaron síntomas neuropsicológicos y dificultad para dormir en el grupo con mayor exposición(2). En otra investigación llevada a cabo en la ciudad de México en 521 estudiantes de nivel primaria, en el que se tuvo como objetivo probar la relación del diseño de las aulas con el ruido y la distancia profesor alumno con procesos psicológicos y educativos de los estudiantes, concluyeron que existe impacto negativo del ruido y el diseño de los salones sobre los niños (3). Por otro lado, en nuestro país existen trabajos de investigación como la tesis titulada “Niveles sonoros en discotecas y actividades sociales en el distrito de Tumbes”, donde concluyen que los niveles de ruido superar fácilmente los 60 dB que es el nivel máximo de ruido para el horario nocturno, por lo que en dichos lugares existe niveles altos de contaminación sonora y que ésta podría afectar negativamente sobre la salud de las personas que concurren a dichos lugares (4). En otra investigación desarrollado en nuestro país,

esta vez en la localidad de Huacho en el año 2012, titulado “Caracterización de la contaminación sonora y su influencia en la calidad de vida en los pobladores del centro de la ciudad de Huacho, 2010 – 2011”, se halló dentro de lo más importante que el nivel de contaminación sonora en el centro de la ciudad se encuentra entre 65 a 85 dB(A), el 100 % de los valores de nivel sonora obtenidos están por encima de 66 dB(A), el nivel de estrés en el centro de la ciudad de Huacho es moderado con valor de 73.10 % de la población muestreada y según la encuesta que aplicó, el 84,9 % de las personas mencionan que el ruido generado por el tránsito vehicular como el que mayor se percibe (5). En caso de nuestra localidad, dentro de los que se ha podido hallar, existe la tesis de pregrado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga titulado “Niveles de ruido en las calles de la ciudad de Ayacucho. Enero - junio 2004”, hallándose que el nivel de ruido fue igual y mayor a 75 dB en el 12% del área investigada, lo cual perjudica la salud de los habitantes, un nivel de 70 a 74 dB en el 11% del área, que equivale a una contaminación acústica moderada, pero igualmente extralimitando los niveles permisibles legales. 69 dB a menos en el 67% de la ciudad que corresponde a niveles permisibles

Por lo mencionado este trabajo de investigación pretende determinar los niveles del ruido ambiental en los principales puntos crítico de la ciudad para la época actual, en el que se incluyen calles de circulación vehicular y peatonal y lugares de aglomeración humana en horas donde la actividad es máxima (horas punta) con la finalidad de compararlo con los estándares de calidad ambiental de ruido considerados en la reglamentación nacional y local. La información colectada permitirá, en primer lugar, determinar si se está cumpliendo con la reglamentación nacional y local, y en segundo lugar, establecer medidas que contribuyan a reducir los niveles de ruido. Además, se espera recoger la percepción de los habitantes frente a este problema, lo que permitirá tomar en cuenta dicho aspecto en el momento de trazar medidas de control del ruido ambiental excesivo. Teniendo en cuenta lo señalado el presente trabajo presenta los siguientes objetivos:

Objetivo General

Evaluar el nivel de ruido y su impacto ambiental en la ciudad de Ayacucho.

Objetivos específicos

- a. Determinar el nivel de ruido ambiental en los puntos críticos de la ciudad de Ayacucho generados por la circulación vehicular
- b. Determinar el nivel de ruido ambiental registrado en los lugares de aglomeración humana como discotecas, mercados, ferias y centros de recreación

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacional

El término contaminación acústica hace referencia al ruido cuando éste se considera como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para una persona o grupo de personas. La causa principal de la contaminación acústica es la actividad humana; el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, la industria, entre otras actividades. El estudio se realizó en la ciudad de Puerto Montt, realizado a través de un estudio empírico, con mediciones de ruido en diferentes puntos de la ciudad, y un estudio subjetivo sobre el ruido comunitario, mediante la implementación y aplicación de una encuesta a través del cual se obtuvo la percepción y grado de molestia del ruido ambiental que tienen los habitantes de Puerto Montt, así mismo identificó como principal fuente de ruido, la generada por el tráfico rodado, ya que los mayores niveles registrados se asocian a las principales vías de la ciudad, debido al alto número de vehículos que componen el parque automotriz de la ciudad, sumado a los malos hábitos de conducción que demuestran los conductores, tales como, exceso de velocidad, silenciadores en mal estado o modificados, el exceso de uso de bocinas, etc. De acuerdo a los criterios de la Organización mundial de la Salud (OMS), los niveles de ruido registrados, arrojaron que un 75.3% de los puntos muestreados, en nivel día, muestran niveles

que se califican como molestia seria y un 84.6% en nivel noche muestran valores que se definen como perturbadores de sueño (6)

Se monitoreó de los niveles de ruido ambiental presentes en el la zona céntrica de la Ciudad de Puyo, Ecuador, teniendo como objetivo principal determinar el nivel de ruido ambiental en dicha ciudad, además en base a los resultados elaborar un plan de mitigación para minimizar los niveles de ruido. El área de estudio se la dividió en tres zonas las cuales tienen un total de 14 puntos de monitoreo obteniéndose los siguientes resultado 69.10, 70.21, 70.60, 70.5, 71.69, 72.45, 71.50, 77.37, 68.83, 67.52, 70.98, 72.50, 71.12, 72.36 dB en cada punto respectivamente. Por lo que el autor afirma que en la ciudad de Puyo en la zona escogida existe un nivel de ruido promedio de 71,86 y un máximo de 97,3 dB (7).

La contaminación acústica en las zonas urbanas tiene muchos efectos nocivos sobre los ciudadanos. Hay una gran variedad de fuentes de ruido, siendo el tráfico vehicular una de las más importantes en un centro urbano. Es importante resaltar que el nivel de sonido no es el único parámetro para indicar el alcance y la intensidad de la contaminación acústica, existen otros factores relacionados a ella que influyen en la percepción y la preocupación sobre el tema ambiental, como los usos del suelo urbano, la distribución del centro urbano y tipos de calles. En esta investigación se presenta una técnica de superposición para definir zonas propensas al ruido utilizando todos los factores involucrados. Un estudio de caso se llevó a cabo en el distrito 14 de Teherán Metropolitana de la Ciudad, donde hay calles muy transitadas y carreteras. Para ello, se determinó la intensidad de la contaminación acústica a través de un proceso de jerarquía analítica (AHP). Para luego, las capas de mapas obtenidos superponerlas sobre la base de la importancia relativa de los criterios para obtener el mapa final en el que se especifican las zonas propensas a ruido. El método desarrollado se podría utilizar como una herramienta para la estimación indirecta de la contaminación acústica por el cual en lugar de la medición directa del nivel de sonido equivalente, sería posible predecir áreas susceptibles de ruido teniendo en cuenta los factores influyentes más importantes (8).

Este estudio realizado en Tel-Aviv, Israel, examina la influencia de los parques urbanos en la calidad del aire y el ruido en la ciudad, para el cual se monitoreó los niveles de ruido y contaminantes del aire en un parque urbano, una plaza urbana y una calle. Los resultados mostraron que los parques urbanos pueden reducir los niveles de NOx, CO y PM10 y aumentan las concentraciones de O₃, siendo este efecto beneficioso mucho mayor en los niveles de NOx y PM10. Durante las horas punta, en las calles se registraron valores medios de 413 ppb de NOx y 80 mg/m³ de PM10, mientras que en el parque los valores medios de Nox y PM10, fueron de 89 ppb y 24 mg/m³, respectivamente. Mientras que en verano se registraron los valores más altos de O₃ con 84 ppb en la calle y de 94 ppb en el parque. El beneficio del parque urbano en la reducción de las concentraciones de Nox y PM10 es más importante, que el aumento de los niveles de O₃. Además, los parques urbanos pueden reducir el ruido (9).

En un estudio realizado en Santiago de Chile en 1989, estimó que 1.300.000 personas estaban sometidas a niveles de ruido inaceptables por las normas internacionales. Considerando que no existen publicaciones sobre ruido ambiental realizadas por otorrinolaringólogos, y que el tema no ha sido revisado en los últimos 15 años, se actualizó la información al respecto, para el cual se evaluó el ruido en lugares que afectan la rutina del ciudadano común, independiente de su profesión: Barrio residencial, parques, discotecas, bar-discotecas, calles principales, buses de transporte urbano habituales, buses de transporte urbano del proyecto transantiago y Metro. Las mediciones se realizaron con un sonómetro integrador, según lo establecido por las normas de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), durante los meses de julio a septiembre del 2006. Se halló que las discotecas son el lugar con mayor contaminación acústica, en el metro tiene los niveles de ruido más altos: 87 dB (A). No existen diferencias entre los buses antiguos o “micro amarillos” y los del proyecto transantiago (10).

El objetivo del trabajo fue caracterizar los niveles de contaminación auditiva en Bogotá, Colombia. Para esto, se seleccionaron ocho microambientes en cuatro zonas de la ciudad así como varios corredores viales, en donde se llevaron a cabo mediciones de presión sonora y filmaciones de las condiciones de tráfico de la vía

adyacente. Los niveles de ruido ambiental encontrados superaron en el 75 % de los casos los valores sugeridos por la norma nacional colombiana. Éste fue el caso incluso para sectores tales como parques y hospitales. Los resultados aquí reportados pueden ser utilizados para demostrar la importancia y complejidad del impacto que los vehículos tienen sobre los niveles de ruido en la ciudad (11).

Se realizó la modelación y estimación del nivel sonoro del tráfico en Ciudad de La Habana, Cuba y reflejar el nivel de contaminación sonora que se ha alcanzado como fuente en el tránsito vehicular en las principales arterias de la urbe, para el cual se realizó un estudio de diseño combinado (analítico y descriptivo) incluyendo como universo la red de arterias principales de la capital con circulación vial superior a 250 vehículos por hora, para las cuales se estableció una zonificación sanitaria. La herramienta de diagnóstico fue un modelo de estimación del nivel sonoro, establecido con técnicas estadísticas desde una muestra de 37 combinaciones diferentes de perfiles ingeniero-viales y del flujo del transporte, cuya variable dependiente fue el nivel equivalente continuo del ruido fluctuante (L_{eq}) una hora en dB (A,F) con parámetro de equivalencia $q = 3$. El investigador propuso relaciones funcionales del L_{eq} con los niveles extremos de igual período y con parámetros del flujo de transporte y del perfil ingeniero-vial. La aplicación del modelo a datos provenientes de fotos satelitales, permitió elaborar un mapa de ruido donde se destaca una generalizada contaminación acústica en las principales arterias viales de la capital (12).

En este trabajo se ha planteado la hipótesis de que la contaminación del aire y el ruido ambiente pueden afectar la función neurocognitiva. Los primeros estudios investigaron sobre todo las asociaciones de la contaminación atmosférica y la exposición al ruido ambiental con el desarrollo cognitivo de los niños. Más recientemente, se han publicado varios estudios que investigan las asociaciones con la función neurocognitiva, trastornos del estado de ánimo, y la enfermedad neurodegenerativa en las poblaciones adultas, dando resultados inconsistentes. El propósito de esta revisión es resumir la evidencia actual sobre los efectos de la contaminación atmosférica y el ruido sobre la salud mental en los adultos. Para ellos se incluyeron los estudios en poblaciones de adultos (≥ 18 años) publicados

en idioma Inglés en revistas revisadas por pares. Se analizaron 15 artículos relacionados con efectos a largo plazo de la contaminación atmosférica y ocho artículos sobre los efectos a largo plazo del ruido ambiental. La exposición a ambos contaminantes se determinó que se asocia con una o varias medidas de la función cognitiva global, el aprendizaje y la memoria verbal y no verbal, actividades de la vida diaria, los síntomas depresivos, ansiedad elevada y molestia. Ningún estudio consideró la exposición a ambos contaminantes de manera simultánea. Así mismo, pocos estudios se realizaron para determinar la progresión del deterioro neurocognitivo o factores psicológicos. La evidencia existente apoya en general, las asociaciones de factores medioambientales con la salud mental, pero no es suficiente para una conclusión general sobre el efecto independiente de la contaminación del aire y el ruido. Hay una necesidad de estudios que investiguen de manera simultánea la exposición a la contaminación atmosférica y acústica para determinar su asociación con la salud mental.

2.1.2. Nacional

De acuerdo al trabajo de investigación, los resultados obtenidos de la contaminación sonora en el distrito de Bellavista en la ciudad de Lima, debido al ruido de las aeronaves que pasan por esta zona urbana, son evidentes, dado que los Niveles del Ruido Equivalente Continuo Total “A” (LaeqT), exceden a los valores establecidos en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruidos aprobado por el D.S. N° 085-2003-PCM, en su Anexo 1. Los Niveles de Exposición Sonora (SEL) medidos en cada estación de monitoreo oscilan entre 52 a 113 dB(A), valores tomados como datos para el cálculo de los LaeqT, cuyos resultados son valores por encima de los Límites Máximos Establecidos para Zona Residenciales, en cada una de las estaciones de las redes de monitoreo determinados el Distrito de Bellavista. Para calcular el LaeqT en cada estación de monitoreo se tomó como datos todos los valores de los SEL, obtenidos durante cada evento, es decir en cada paso de una aeronave por la estación; asimismo se consideró el tiempo total de todos los eventos o paso de las aeronaves (13).

Un trabajo de investigación presento los siguientes objetivos: determinar cuál es riesgo de pérdida de la agudeza auditiva asociada al ruido (PAAAR) entre los pilotos de la Policía Nacional del Perú durante el Periodo 2008 – 2011 y cuáles sus factores asociados. En este estudio utilizaron un diseño de tipo transversal en el que se analizaron los registros clínicos, audiométricos y de horas de vuelo de todos los pilotos de la Policía Nacional del Perú que acudieron a su chequeo médico anual durante el período 2008-2011 a fin de determinar el riesgo de PAAAR y sus factores de riesgo. De un total de 149 piloto, la mayoría fueron varones (95%), pilotos de helicópteros (74%), oficiales superiores (64%), con una edad promedio de 33 ± 7 años de edad y con un tiempo de servicio promedio de 9 ± 5 años. De estos la mayoría (62%) llega a padecer algún grado de hipoacusia asociada al ruido a lo largo de su carrera, siendo el diagnóstico más frecuente PAAAR posible (39%) y PAAAR probable (16%), y los menos frecuentes PAAAR positiva (6%) y trauma acústico (1%). Al análisis de riesgo se encontró una asociación estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre PAAAR con pilotear aviones (16% vs. 32%; OR=2,58; Intervalo de confianza [IC] 95%: 1,12-5,95) y tener un mayor número de horas de vuelo x 100 ($14,9 \pm 9,3$ vs. $23,5 \pm 10,7$; OR=1,09; IC95%: 1,04-1,13). Así mismo se encontró una asociación marginalmente significativa ($p < 0,20$) entre PAAAR con grado superior (33% vs. 45%; OR=1,61; IC95%: 0,81-3,20), haber piloteado 3 o más modelos diferentes (29% vs. 19%; OR=1,64; IC95%: 0,81-3,36), años de edad ($33,2 \pm 6,3$ vs. $36,0 \pm 9,7$; OR=1,08; IC95%: 1,02-1,15) y años de servicio ($8,6 \pm 5,2$ vs. $11,0 \pm 6,5$; - 2 – OR=1,07; IC95%: 1,01-1,15), Sin embargo al análisis de regresión multivariante se encontró que el riesgo de PAAAR en pilotos sólo se encontraba significativamente asociado con pilotear aviones (Ora, 4,44; IC95%: 1,66-11,9), grado superior (Ora, 0,22; IC95%, 0,07-0,68); y horas de vuelo x 100 (Ora, 1,15; IC95%, 1,08-1,23). Como conclusiones enuncian que, los pilotos de la policía se encuentra en un alto riesgo de PAAAR, el misma que se incrementa significativamente por cada 100 horas de vuelo y por volar aviones en comparación con volar helicópteros, pero a su vez disminuye significativamente cuando se compara a los oficiales superiores con los de menor rango. Palabras

clave: Pérdida de la agudeza auditiva asociada al ruido, pilotos, policía, Perú, factores de riesgo (14).

El trabajo de investigación tuvo como objeto determinar los niveles sonoros cuya fuente de emisión son los centros de diversión nocturna, así como las distintas actividades sociales (principalmente las discotecas, izamiento del pabellón nacional-domingos; otros); que se llevan a cabo en el distrito de Tumbes, Perú. Se identificaron siete discotecas de acuerdo a que se hallan en funcionamiento y por su mayor concurrencia de personas. Todos los puntos en estudio, superan los niveles de ruidos establecidos para horarios nocturnos (60 dB). El nivel sonoro máximo para las discotecas fue registrado en la “Discoteca Géminis” y el mínimo en la discoteca “La Herradura-Drive in”; para el rubro de las actividades sociales se encontró estas presentan un nivel sonoro de contaminación preocupante. En este trabajo se concluye que las discotecas ubicadas en el distrito de Tumbes emiten niveles altos de contaminación y que las personas concurrentes se someten a presiones sonoras que podrían a largo plazo resultar dañinas para su salud (15).

La contaminación sonora producida por el ruido de los vehículos, es el factor que más molestias causa al poblador urbano, los pobladores de la ciudad de Lima están expuestos a este problema, sin embargo para conocer el problema abarcar todos los puntos de la ciudad para determinar los niveles del ruido, por ello que este trabajo de investigación eligió una arteria donde la circulación vehicular es mayor, donde se realizó una encuesta a los transeúntes y conductores en la hora pico de 07:00 a 09:00 y de 15:00 a 19:00 horas, hallando que a un 21.15% de los encuestados “no les molesta el ruido”, a un 32.69 “les molesta un poco” y el 46.15 si les afecta. Mientras que identificaron con las fuentes de ruido más molestos a los vehículos (62.69%), lugares públicos (23.46%) y los vecinos (3.85%), mientras que el porcentaje restante no respondió.

Una investigación se realizó con la finalidad de caracterizar si la contaminación sonora guardaba relación con los impactos (niveles de estrés) y su influencia en la calidad de vida de los pobladores del Centro de la Ciudad de Huacho durante el período 2010-2011. Para el cual se realizó un monitoreo en todo el centro de la ciudad de Huacho, alrededor de los mercados, alrededor de los hospitales,

definiéndose 74 estaciones de monitoreo, intersecciones de las calles, se realizó el monitoreo en los horarios de 8:00 am a 2:00 pm y de 6:00 pm a 10:00 pm (horas punta), realizando varias mediciones en cada estación en horas, días y meses diferentes, tomando un valor promedio por estación. También se realizó un test para valorar el nivel de estrés a los pobladores expuestos a esta contaminación sonora, así como se realizó mediciones audiométricas a los habitantes de dicha ciudad. Los resultados hallados muestran que el nivel de contaminación sonora en el centro de la ciudad de Huacho se encuentra entre 65 a 85 dB(A), es decir que la totalidad de las mediciones (100 % de los valores) de nivel sonoro obtenidos están por encima de 66 dB(A), el nivel de estrés en el centro de la ciudad de Huacho es moderado presentando esta alteración el 73.10 % de la población muestreada, el 84.9% de la población manifiesta que el mayor causante del ruido en la ciudad es el tránsito vehicular y finalmente el nivel auditivo en las personas expuestas al ruido no es solo producto de la influencia del ruido generado en la ciudad, sino también a otros factores externos que no están dentro del trabajo investigación (16).

2.1.3. Regional y Local

De acuerdo a un estudio de investigación se tuvo como objetivo medir los niveles de ruido producido por el tránsito en las calles de los cuatro distritos de la ciudad de Ayacucho, durante los meses de enero a junio del 2004. Las mediciones se tomaron y registraron en todos los cruces de las calles de la zona urbana y en la zona marginal sólo en aquellos sitios que presentaron algún tipo de tránsito; en las horas punta de circulación vehicular, de 11:00 am a 1:00 pm y de 5:30 pm a 7:30 pm, durante los siete días de la semana, en los cuatro puntos cardinales del área total en estudio. Se utilizó un sonómetro midiendo el ruido por 1 minuto a 1.2 m de altura del piso y la latitud y longitud con GPS. Los valores del nivel de ruido equivalente continuo (Leq) se compararon con los niveles máximo permisibles por la normatividad de la Municipalidad Provincial de Huamanga (Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A). El nivel de ruido fue igual y mayor a 75 dB en el 12% del área investigada, lo cual perjudica la salud de los habitantes, un nivel de 70 a 74 dB en el 11% del área, que equivale a una contaminación acústica

moderada, pero igualmente extralimitando los niveles permisibles legales. 69 dB a menos en el 67% de la ciudad que corresponde a niveles permisibles (17)

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Niveles de ruido

Son los niveles que se mide en decibelios (dB) y los que son especialmente molestos y de altos tonos.

2.2.2. Presión sonora

Es la energía provocada por las ondas sonoras genera un movimiento ondulatorio de las partículas del aire, provocando la variación alterna en la presión estática del aire (pequeñas variaciones en la presión atmosférica).

2.2.3. Lugares públicos

Es el lugar donde cualquier persona tiene el derecho a circular, donde el paso no puede ser restringido por criterios de propiedad privada, y excepcionalmente por reserva gubernamental. Por lo tanto, es un espacio público de propiedad pública, dominio y uso público.

2.2.4. Intersección de calles

La intersección de calles hace referencia aquellos lugares donde se cruzan dos o más caminos o calles por ello que en dichos espacios ocurre aglomeración de personas y vehículos que circulan por las calles aledañas. Estas intersecciones permiten a la población el intercambio entre caminos.

2.2.5. Calles

La calle es un espacio urbano lineal que permite la circulación de vehículos y personas, considerando que el acceso a las viviendas es en ambos márgenes de dichos espacios físicos.

2.2.6. Mercados

En un lugar donde se realiza un conjunto de transacciones, de procesos o acuerdos de intercambio de bienes o servicios entre individuos o asociaciones de individuos. Por lo que son espacios físicos donde la aglomeración humana es común.

2.3. Fundamento teórico

2.3.1. El sonido

El sonido se debe a la fluctuación de ondas de presión en el aire que son registradas por nuestro oído y el sistema nervioso (18).

El sonido es una onda longitudinal de presión producida por la propagación en un medio elástico, que puede ser gaseoso, líquido o sólido del movimiento vibratorio de un objeto (19).

2.3.1.1. Características y propiedades

a. Características:

El sonido se relaciona con la energía liberada por la fuente emisora y con la distancia a la cual se detecta, de tal manera que un sonido puede ser fuerte, débil o moderado. El oído no percibe sonidos de todas intensidades; aquellos que son menores a un cierto nivel no son registrados. Este nivel de percepción se debe al “ruido interno” del cuerpo humano. En efecto la circulación sanguínea, los latidos del corazón y todos los demás sonidos provocados por el organismo no son percibidos por el oído y para que un sonido sea detectado por el cerebro debe tener una intensidad superior a la del ruido interno (18).

- La intensidad mínima de percepción se denomina umbral auditivo, varía en cada persona con la edad y depende de la frecuencia del sonido. La máxima intensidad que puede soportar el oído humano sin dañarse se denomina umbral de dolor, varía para cada persona y es, prácticamente independiente de la frecuencia del sonido.
- El tono de un sonido queda determinado por su frecuencia. Si esta es elevada (ondas cortas) se dice que el sonido es agudo; si es baja, el sonido se califica como grave. La frecuencia se mide en ciclos los que se denomina Hertz (Hz). El oído humano detecta ondas sonoras que vibran entre 20 y 20000 Hz. A

frecuencias bajas el umbral auditivo es mayor que para las altas; es decir, se requiere mayor intensidad para percibir un sonido grave que un agudo.

- El oído humano también puede apreciar el timbre de un sonido. Por ello es posible distinguir la fuente de dos sonidos de igual intensidad y frecuencia (18).

b. Propiedades

Dentro de las principales propiedades que tiene el ruido se menciona los siguientes, según (20).

- **Intensidad**

La intensidad de un sonido es la velocidad con la que la energía sonora fluye a través de la unidad de área. Entonces la intensidad tiene las dimensiones de Potencia/Área.

- **Amplitud**

La amplitud de una onda sonora de cierta frecuencia y longitud de onda, es una medida de su energía.

- **Frecuencia**

Se mide en Hercios (Hertz, Hz) y nos permite saber a cuantos ciclos por segundo va esa onda. Un ciclo es cuando la onda sube hasta un punto máximo de amplitud, baja hasta atravesar la línea central y llega hasta el punto de amplitud máximo negativo y vuelve a subir hasta alcanzar la línea central. El tono o altura de un sonido depende de su frecuencia, es decir, del número de oscilaciones por segundo. (21)

- **Timbre**

El timbre es la cualidad del sonido que nos permite distinguir entre dos sonidos de la misma intensidad y altura. Podemos así distinguir si una nota ha sido tocada por una trompeta o por un violín. Esto se debe a que todo sonido musical es un sonido complejo que puede ser considerado como una superposición de sonidos simples (21).

Para estudiar la altura del sonido se emplea el diapasón, barra metálica en forma de U que al vibrar produce un tono cuya altura depende de la longitud de los brazos y de la anchura, y es independiente del espesor. Si en el extremo de un

brazo del diapasón se fija una aguja de escritura que se apoye sobre un papel, al acercar una fuente de sonido al otro brazo del diapasón, éste entra en vibración y la aguja registra sobre el papel la vibración (21).

- **Velocidad**

Esta es la propiedad más simple y precisa del sonido. La velocidad del sonido en un medio puede medirse con gran precisión. Se comprueba que dicha velocidad es independiente de la frecuencia y la intensidad del sonido, dependiendo únicamente de la densidad y la elasticidad del medio. Así, es mayor en los sólidos que en los líquidos y en éstos mayores que en los gases. En el aire, y en condiciones normales, es de 330,7 m/s (21).

- **Longitud de onda**

El sonido es un movimiento ondulatorio que se propaga a través de un medio elástico, por ejemplo el aire. Su origen es un movimiento vibratorio, tal como la vibración de una membrana, y cuando llega a nuestro oído hace que el tímpano adquiera un movimiento vibratorio similar al de la fuente de la que proviene (21).

2.3.1.2. Medio de propagación

La mayoría de los sonidos nos llegan por el aire que actúa como medio transmisor. Sin embargo, el aire en una montaña es menos denso que el del valle, y por lo tanto no transmite el sonido tan rápidamente. Podemos suponer que los gases más densos son mejores transmisores del sonido que los rarificados ya que sus moléculas están más cerca y pueden transmitir la energía cinética de las ondas sonoras con mayor eficiencia (20).

El ruido es un agente físico que se propaga mediante ondas de un punto del espacio a otro, como una perturbación de la condición de equilibrio del medio elástico (22).

Las ondas sonoras transfieren energía y movimiento de un punto a otro sin transportar masa entre dichos puntos; sin embargo la propagación del sonido a través de la atmósfera suele disminuir su nivel al aumentar la distancia entre la fuente o generadora de ruido (aeronaves) y el receptor (población). (22)

Esta disminución o atenuación del nivel del ruido es el resultado de varios mecanismos o factores, como:

- La divergencia geométrica desde la fuente (A_{div})
- Absorción de la energía acústica por el aire (A_{aire})
- Efecto de propagación cerca de las distintas superficies del suelo (A_{suelo})

Estos tres (03) factores deben considerarse en todas las situaciones por ser universales. En casos específicos debe considerarse la atenuación por mecanismos o factores adicionales, como son:

- La reflexión del ruido en los edificios (A_{refl})
- Propagación a través de la vegetación. (A_{veg})
- Propagación a través del área de las casas (A_{casa})

La atenuación total (A_{total}) del ruido se calcula sumando cada uno de los factores señalados, incluyendo las condiciones o parámetros meteorológicos, tales como: viento y temperatura, condiciones que tienen efectos significativos sobre la propagación del ruido a distancias mayores a 100 m (22).

2.3.1.3. Velocidad

El sonido tiene una velocidad de 331,5 m/s. La velocidad del sonido depende de las propiedades físicas del material por el que se propaga. Cuando el sonido llega a una separación entre materiales en los que la velocidad del sonido es diferentes, parte de la energía se refleja. Un estudio de las características de producción, propagación, detección y aplicaciones del sonido es necesariamente un estudio de la transmisión de la energía mecánica (21).

La velocidad del sonido es la rapidez con la que se propaga el sonido en un medio material. Es un parámetro independiente de la frecuencia del sonido y depende de las características del medio en el que se propaga, de forma que aumenta a medida que crece la cohesión y la elasticidad entre las partículas del medio de propagación. Por ello, el sonido viaja más de prisa en los sólidos que en los líquidos y en estos aún más que en los gases (19).

2.3.2. El ruido

El ruido puede ser definido del modo más simple como cualquier forma de sonido que sea desagradable. Consecuentemente, el estudio de la dimensión subjetiva del problema es determinante. El grado de molestia que supone no puede considerarse solo ligado a una medición física, esto es, al nivel de decibelios alcanzados, sino también de nuestra actitud hacia él. Así el problema del ruido en cuanto tal, depende de un conjunto de factores que van desde el más evidente, como es la energía sonora, hasta aspectos más de contextos como puede ser las expectativas sobre la calidad de vida (23).

2.3.2.1. Características

Las características del ruido presentan grandes diferencias con respecto a otros contaminantes (24).

- a. Es el contaminante más barato de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.
- b. Es complejo de medir y cuantificar.
- c. No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en sus efectos en el hombre.
- d. Tiene un radio de acción mucho menor que otros contaminantes, vale decir, es localizado.
- e. No se traslada a través de los sistemas naturales, como el aire contaminado movido por el viento.
- f. Se percibe sólo por un sentido: el oído, lo cual hace subestimar su efecto. Esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor.

2.3.2.2. El decibel

Se describe al decibel como la unidad del nivel de presión de sonido que expresa la relación entre la presión de un sonido cualquiera y un sonido de referencia en escala logarítmica (25).

El oído tiene una alta intensidad dinámica. Es por ello que se determinó que una escala logarítmica era buena como referencia de medida de la intensidad acústica. Posteriormente, los filósofos descubrieron que la percepción de la intensidad por

el oído del ser humano varía más o menos con el logaritmo de la excitación física. Estas observaciones derivaron en la unidad de la intensidad acústica denominada decibel (dB) en honor al científico Alexander Graham Bell (26).

El decibel es una unidad sin dimensión que expresa un determinado nivel de intensidad con respecto a un nivel de referencia. Así, el sonido menos perceptible por el ser humano equivale al valor 0 dB. Cada incremento en intensidad igual a diez, equivale a 10 dB adicionales. Por ejemplo, el valor 10 dB corresponde a un sonido con intensidad 10 veces mayor al ruido menos perceptible por el ser humano (26).

2.3.2.3. Clases de ruidos

Las clases de ruidos son las siguientes:

- **Ruido continuo**, es aquel cuyo nivel de presión sonora permanece más o menos constante, con fluctuaciones hasta de un segundo, que no presenta cambios repentinos durante su emisión. (25)
- **Ruido exterior**, es aquel nivel de presión sonora evaluado en las afueras de las edificaciones o zonas cerradas. (25)
- **Ruido estable**, es el ruido cuyo nivel de presión acústica permanece esencialmente constante en el tiempo o en el período de observación. (25)
- **Ruido inestable**, es el ruido cuyo nivel de presión acústica varía significativamente durante el período de observación. (25)
- **Ruido intermitente**, es el ruido cuyo nivel de presión acústica iguala el nivel ambiental dos o más veces durante el período de observación. (25)
- **Ruido interior**, es aquel nivel de presión sonora que se evalúa dentro de una habitación, oficina o salón de las zonas cerradas (25).
- **Ruido de impacto**, es aquel cuyos niveles de presión sonora involucran valores máximos a intervalos mayores de uno por segundo. Cuando los intervalos son menores de un segundo, podrá considerarse el ruido como continuo (25).

2.3.2.4. Formas de medición

- **Nivel de ruido continuo equivalente (LEQ)**

Este parámetro está definido en la ISO 1996, donde se define al LEQ, como el valor medio del nivel de ruido durante un determinado período de tiempo, no necesariamente 24 horas, vale decir es un ruido estable que corresponde al promedio integral en el tiempo de la presión sonora al cuadrado con ponderación de frecuencia producida por fuentes de sonidos estables, fluctuantes, intermitentes, irregulares o impulsivos en el mismo intervalo de tiempo. Para el presente caso se ha utilizado la ponderación de frecuencia “A”, este nivel sonoro continuo equivalente en un determinado punto de medición o monitoreo que cambia con el tiempo es igual al nivel de un sonido estable equivalente para la misma duración de la medida; es decir, un sonido que tiene la misma energía sonora equivalente en una onda sonora libre progresiva que el sonido variable realmente medido. El parámetro LEQ se midió con un Sonómetro Integrador, como es: Quest 1900, Quest 2900 o el Noise Pro, equipos de alta precisión utilizados en el presente estudio (27).

- **Nivel de Presión Sonora Equivalente Continuo Total (LAeqT)**

Es el valor del nivel de presión sonora continuo con ponderación “A”, que producirá la misma energía en la escala “A”, que un ruido fluctuante evaluado durante un período de tiempo determinado, mediante la siguiente fórmula:

$$LAeqT = 10 \log \left[(1/T) \sum_{i=1}^{n} 10^{\left(\frac{LAE}{10}\right)} \right]$$

Dónde:

LAE es el Nivel de Exposición Sonora (SEL) del evento “i” con ponderación “A”, i =1 hasta “n” es el número de eventos en el tiempo “T” (27).

- **Nivel Sonoro Máximo (LMAX)**

Este parámetro es el nivel sonoro más alto con ponderación temporal exponencial, en “dB”, que se produce durante un período de tiempo determinado (27).

Para una onda de presión sonora inestable, el nivel sonoro máximo depende de la ponderación temporal exponencial utilizada, es decir de la respuesta Rápida (Fast) (27).

- **Nivel Sonoro Mínimo (LMIN)**

Es el mínimo Nivel Sonora registrado durante un período de medición dado. (28)

2.3.2.4. El sonómetro

El sonómetro es un equipo que permite cuantificar objetivamente el nivel de presión sonora. En esencia se compone de un elemento sensor primario (micrófono), circuitos de conversión, manipulación y transmisión de variables (módulo de procesamiento electrónico) y un elemento de presentación o unidad de lectura. Cumpliendo, así, con todos los aspectos funcionales inherentes a un instrumento de medición. (29)

Teniendo en cuenta la existencia de varios tipos de ruido (continuo, impulsivo, aleatorio, eventual), es de suponer la existencia de variedad de sonómetros para la cuantificación de los mismos. Los parámetros que puedan ser analizados durante la medición, o pos medición, están en correspondencia con el equipamiento disponible y sus potencialidades. (29)

2.3.2.5. Tipos de sonómetro:

El estándar ANSI S1.4-1983, American National Standard Specification for Sound Level Meters, establece 4 tipos de medidores: (30)

- Tipo 0: tiene las tolerancias más estrictas (± 0.7 dB entre 100Hz y 4000 Hz) se utiliza en laboratorios. Sirve como referencia. (30)
- Tipo 1: se emplea en mediciones de presión en el terreno. Con tolerancias de ± 1 dB entre 100 Hz y 4000 Hz. (30)
- Tipo 2: medidor de propósito general, las tolerancias son las mismas aceptables (± 1.5 dB entre 100Hz y 1250 Hz, ± 3 dB hasta 4000 Hz) para monitoreo de ruido, utilizado en mediciones generales de campo.(30)
- Tipo 3: empleado para realizar reconocimiento, mediciones aproximadas.

El instrumento puede ser de clase 0, 1, 2, 3. El empleo de uno u otro tipo depende de la exactitud buscada en las mediciones y del uso que se requiera del instrumento. Los instrumentos de medición que no cumplen al menos con las tolerancias del tipo 2 son consideradas inaceptables para la medición de NPS.(30)

2.3.3. Contaminación acústica urbana y principales fuentes

2.3.3.1. Contaminación acústica

La contaminación afecta a la calidad del medio físico que nos rodea e incide directamente en nuestra salud. Pero la contaminación no está producida exclusivamente por la presencia de sustancias que modifican la calidad del entorno y causan riesgos, daños o molestias a las personas o bienes de cualquier naturaleza. Muchas veces es energía o una forma de energía lo que provoca la alteración: ruidos, radiactividad, etc. Es muy corriente tratar de la contaminación atmosférica con problemas tan importantes como la lluvia ácida, el deterioro de la capa de ozono, el smog fotoquímico, el humo del tabaco, pero es menos frecuente tratar de la contaminación acústica aun cuando es una causa muy frecuente con los medios donde se mueven los más jóvenes; basta pensar en el volumen de los aparatos musicales o el de las discotecas. (31)

Nadie duda que estamos inmersos en un mundo de ruidos, y que existe una serie interminable de elementos que los causan, que ponen en peligro nuestra salud integral y lo que es más preocupante, que nos acostumbramos al ruido a fuerza de convivir con él. Las Naciones Unidas lo incluyen entre los agentes más contaminantes y está claro que proviene con preferencia, en las ciudades del tráfico rodado. (31)

También la literatura científica resalta cómo casi la quinta parte de la población de los países industrializados está sometida a unos niveles sonoros inaceptables. El oído humano puede normalmente soportar hasta 130 decibelios. Es más, el ruido comienza tener efectos patológicos, tanto físicos como psíquicos, a partir de los 65 decibelios. Estudios recientes demuestran que un 51% de españoles soportan diariamente de 55 a 65 decibelios y sólo un 26% gozan a lo largo del día de menos de un 55 decibelios y lo que es más grave, medio millón de personas soportan en su trabajo más de 85 decibelios de forma permanente, e igual les ocurre a In mayoría de las personas que viven en las grandes ciudades. (31)

No podemos obviar tampoco el hecho de que la introducción en nuestra vida diaria de una serie de aparatos (televisión, radio, video, juegos) que aparecen como imprescindibles. Es un peligro sistemático y que afecta de forma más acentuada a los jóvenes y a los niños. El alto volumen con que se utilizan constituye una agresión grave al órgano auditivo y puede dar lugar también a

graves tratarnos nerviosos, tanto que no dudamos en afirmar que dentro de unos años el número de sordos aumentará considerablemente. (31)

2.3.3.2. El ruido urbano

El ruido urbano (también denominado ruido ambiental, ruido residencial o ruido doméstico) se define como el ruido emitido por todas las fuentes a excepción de las áreas industriales. Las fuentes principales de ruido urbano son el tránsito de vehículos, ferroviario y aéreo, la construcción y obras públicas y el vecindario. Las principales fuentes de ruido en interiores son los sistemas de ventilación, máquinas de oficina, artefactos domésticos y vecinos. El ruido producido por las obras públicas o la construcción de las vías de acceso, podría ser considerado como ruido de tráfico, (o previo a este), pero tiene un carácter mucho menos permanente que el producido por otras fuentes, pero su importancia como causa de molestia está suficientemente demostrada. Los compresores, martillos neumáticos, excavadoras y vehículos pesados de todo tipo producen unos niveles de ruido tan elevados que, al margen de la significación de prosperidad y desarrollo que puedan simbolizar, son el blanco de muchas de las quejas de los residentes de nuestras ciudades. En otro sentido, cabe mencionar también la existencia de un número muy elevado de equipos varios, con carácter permanente o semipermanente, tales como los transformadores de distribución eléctrica, acondicionadores de aire, aparatos de calefacción, máquinas lavacoche, etc. Todas estas instalaciones contribuyen al bienestar de muchas personas, pero, al mismo tiempo, producen en todo su entorno próximo un ruido de fondo y son igualmente objeto de un alto porcentaje de las denuncias de los vecinos a los servicios municipales competentes (32).

En la Unión Europea, alrededor del 40% de la población está expuesta al ruido del tráfico con un nivel equivalente de presión sonora que excede 55 dB(A) en el día y el 20% está expuesto a más de 65 dB (A). Si se considera la exposición total al ruido del tráfico se puede calcular que aproximadamente la mitad de los europeos vive en zonas de gran contaminación sonora. Más del 30% de la población está expuesta durante la noche a niveles de presión sonora por encima de 55 dB(A), lo

que trastorna el sueño. El problema también es grave en ciudades de países en desarrollo y se debe principalmente al tráfico. Las carreteras más transitadas registraron niveles de presión sonora de 75 a 80 dB(A) durante 24 horas (33).

Aunque observados desde el interior los vehículos nos parecen mucho más silenciosos cada día, la realidad es que, en general, no se han producido mejoras sustanciales en los niveles de ruido que originan. Desde el punto de vista tecnológico, el esfuerzo más importante realizado por los diferentes fabricantes durante estos últimos años, se ha centrado en la reducción del consumo de combustible y de la contaminación atmosférica, (inducido por la presión impositiva); de hecho, la reducción del consumo, una verdadera obsesión a partir del momento en que estalla la crisis energética, se ha traducido, en algunos casos, en una elevación del nivel de ruido de ciertos modelos, dado que la reducción de la cilindrada del motor suele venir acompañada por un aumento de su velocidad de régimen. Aunque cabe esperar que en este sector industrial se produzcan avances importantes en los próximos años, cualquier especulación en este sentido resulta bastante aventurada, (desarrollo de nuevas tecnologías, sustitución de automóviles convencionales por vehículos eléctricos, etc.). Sin duda alguna, las fuentes de ruido más importantes de los países industrializados, son los automóviles (turismos, camiones, autobuses, motocicletas, etc.). En particular, la circulación rodada, se ha convertido en poco tiempo en la fuente de contaminación acústica más importante de todas las grandes ciudades del mundo (33).

Ruido de tráfico

El ruido de tráfico generado en una vía de circulación como son las calles, jirones, avenidas, etc., es una secuencia de sumas simultáneas de los niveles sonoros generados por los distintos vehículos que conforman dicho tráfico. Si la intensidad de tráfico en una carretera es baja, la distancia media entre los vehículos circulantes es grande, siendo el paso de ellos prácticamente independiente del resto, ocurre que los periodos de tiempo durante los cuales el ruido se mantiene constante o casi constante, en el nivel de fondo. A medida que la intensidad de tráfico aumenta, la distancia media entre vehículos disminuye y cada vez se

escucha menos el ruido de fondo. Cuando el tráfico es muy elevado el ruido es casi constante (34).

Para tráficos intermedios, hay un agrupamiento de vehículos, que hace que existan momentos durante los cuales el ruido de fondo no está generado por el tráfico de la carretera, mientras durante otros, el nivel sonoro es superior al esperado, si no ocurriesen dichos agrupamientos. Esto es en gran parte debido al carácter aleatorio del tráfico, tanto en presencia de vehículos en un punto de la carretera como en la composición de los mismos. Esto hace que las variaciones del nivel sonoro sean aún mayores en estos casos. Estas continuas variaciones del nivel de ruido con el tiempo son debidas a (35):

- El carácter aleatorio del tráfico en calles y carreteras.
- La existencia en el tráfico de vehículos con muy distintas características mecánicas y con distinta emisión de ruido.
- La distinta velocidad de los vehículos, directamente relacionada con la emisión sonora.
- La influencia de la forma de conducción.
- El estado de conservación del vehículo.
- La fluidez del tráfico.
- La pendiente de la carretera o autopista.
- Las condiciones de propagación sonora desde la vía de circulación al observador.
- El trazado de la carretera y el estado del firme.

Existe un conjunto de factores que determinan el nivel del ruido ambiental generado por tráfico de vehículos, dentro de los cuales se tiene a (36):

a. El Motor

Irradia el ruido de las explosiones y mecanismos en movimiento. Estudios realizados demuestran que el motor más ruidosos el de Diésel, que supera fácilmente al de carburación (gasolina), debido a que el proceso de combustión que hace requiere mayor presión, a más de mayor velocidad de crecimiento en esta última fase de combustión; puede producir hasta 78 dB (A).

b. Admisión del aire

Donde al pasar a través del filtro llega hasta los 75 dB(A).

c. Ventilador de refrigeración del motor

Cuyo movimiento genera ruido que alcanza niveles hasta 82 dB(A).

d. Escape

Emana ruido directamente hacia el exterior del vehículo de hasta 85 dB(A). En la actualidad las nuevas formas de consumismo y la ostentación de riqueza han llevado a cambiar la funcionalidad de este componente, antes se utilizaba como silenciador, en la actualidad, sea usado para remedar el sonido de los vehículos empleados en competencia de carrera.

e. Carrocería

Genera ruido por efectos mecánicos, aerodinámicos o por algunas vibraciones, identificados principalmente en el transporte pesado.

f. Frenos

Por lo general son poco ruidosos, a excepción de los usados por camiones y buses que son frenos de aire en los que se origina ruidos molestos por su evacuación.

g. Los cláxones, bocinas, timbres, silbatos, campanas u otros aparatos análogos.

El uso de bocinas o cualquier otra señal acústica dentro del casco urbano es uno de los principales problemas, en cuanto evidencia la falta de respeto de los conductores hacia el peatón; salvo en los casos inminentes de peligro de atropello o colisión o que se trate de servicios públicos de urgencia (Policía, Bomberos y Asistencia Sanitaria, Ambulancias) o defensa decisiva de bienes que no puedan evitarse por otros medios, su uso debe ser limitado.

h. Neumáticos

Aspecto importante, ya que a medida que se incrementa la velocidad de circulación, su efecto es superior a las demás fuentes, es así que para velocidades menores a 60 km/h el ruido que genera alcanzan hasta 75 decibeles mientras que en velocidades superiores, se supera dicha velocidad, el ruido generado puede alcanzar los 95 dB (A).

También existen condiciones externas que pueden ocasionar que los automotores generen grandes emisiones acústicas. Una de estas se refiere a las emisiones por

rodadura (relacionados al contacto con el pavimento). Es necesario que se considere parámetros de evaluación que, de no ser tomados en cuenta, podrían magnificar los niveles acústicos, entre ellos tenemos:

- Labrado de las llantas
- Presión de inflado
- Estado de conservación
- Condiciones climáticas
- Velocidad

i. Por el pavimento

El pavimento liso es más ruidoso que el pavimento drenante, debido a que absorbe parte de la energía sonora emitida por las fuentes móviles. De ahí que también existan factores que limitan los niveles de ruido como son: el estado de conservación del pavimento, pendientes de la calzada y el trazado geométrico de la vía.

2.3.3.3. Ruido industrial.

El ruido industrial está originado fundamentalmente por el funcionamiento de diferentes tipos de máquinas existentes en estos lugares y, en general por toda su actividad interna. La progresiva molestia que produce el ruido industrial, está relacionada directamente con toda una serie de factores objetivos, tales como el aumento del nivel de industrialización en todo el mundo, la paulatina concentración de la actividad industrial en espacios limitados y el aumento de la potencia de las máquinas. En líneas generales, el ruido industrial se caracteriza por presentar niveles de presión acústica relativamente elevados, con carácter impulsivo o ruidos de alta intensidad y corta duración. Las obras públicas o la construcción tienen una gran importancia como causa de molestia. Los compresores, martillos neumáticos, excavadoras y vehículos pesados de todo tipo producen unos niveles de ruido tan elevados que, al margen de la significación de prosperidad y desarrollo que puedan simbolizar, son el blanco de muchas de las quejas de los residentes de las ciudades (37).

2.3.3.4. Principales fuentes

En las ciudades modernas existen también otras fuentes sonoras que poseen un carácter singular y esporádico, aunque, por desgracia, su presencia se deja sentir en algunas ocasiones con excesiva frecuencia; éste es el caso de las sirenas o timbres de los centros educativos, la sirena de los coches de policía, bomberos y ambulancias, ruido de parlantes como las que se dan en propagandas móviles y ferias (18).

Dentro de las principales fuentes, se menciona a las siguientes fuentes así como los niveles que puede alcanzar y su efecto en las personas (1):

Tabla 1. Sonidos y niveles de ruido comunes (1)

FUENTE DE SONIDO	NIVEL DE RUIDO (dB)	EFECTO (Oído humano)
Avión a reacción, a 30 m. de distancia	140	Doloroso
Discoteca. trueno cercano	120	Doloroso
Música disco, amplificada	115	Intolerable
Gritos, martillo neumático	110	Intolerable
Camión en marcha a 8 m. distancia	100	Intolerable
Camión de la basura	80	Fuerte
Tráfico urbano con bastante circulación	70	Ruidoso
Conversación en voz alta	60	Ruidoso
Aspiradora	60	Ruidoso
Radio en el hogar a bajo volumen	40	Bajo
Conversación voz baja	20	Muy bajo
Murmullo de hojas	10	Silencio
Sensación umbral	0	

2.3.4. Efectos de la exposición al ruido

El ruido está claramente establecido como contaminante acústico, fundamentalmente en sociedades industrializadas y en vías de desarrollo, pero sobre todo en los centros urbanos densamente poblados. Tanto la sensibilidad como la aceptación del ruido presentan variaciones entre diferentes sujetos y entre diferentes culturas. Sin embargo, los efectos nocivos del ruido no respetan patrones culturales. Sus efectos sobre la salud, entendida ésta como “situación de bienestar físico y psicológico y no como mera ausencia de enfermedad” son numerosos e importantes. Con fines prácticos se ha subdividido los efectos del ruido sobre la salud en 3 grandes apartados (38):

- Efectos del ruido sobre la audición;
- Efectos del ruido ambiental sobre el organismo y
- Efectos psicológicos del ruido

Es importante aclarar que el ruido afecta de forma conjunta y simultánea a muchos de los sistemas y procesos que se verá a continuación, por lo que más que una enumeración deben verse diferentes aspectos de un mismo problema.

2.3.4.1. Hipoacusia inducida por ruido

Digamos antes que hay dos tipos de hipoacusias: las conductivas y las perceptivas. Las hipoacusias conductivas se originan en algún mal funcionamiento del oído externo o del oído medio, es decir, constituyen trastornos de la conducción del sonido. Pueden deberse a una razón tan simple como una obstrucción del conducto auditivo por un tapón de cerumen, a un desgarramiento del tímpano (que normalmente se regenera en forma natural), al anegamiento del oído medio con mucosidad (en la llamada otitis media), o al esclerosamiento de la cadena de huesecillos. En general las hipoacusias conductivas son de buen pronóstico, ya que son tratables farmacológica o quirúrgicamente, y por lo tanto suelen ser temporarias, aunque pueden tornarse crónicas si se omite el tratamiento. Las hipoacusias perceptivas pueden afectar a las células ciliadas (hipoacusia coclear) o al nervio auditivo (hipoacusia retro coclear). En cualquiera de los dos casos son en general irreversibles. Pueden originarse en malformaciones

congénitas (muchas veces debidas a determinadas enfermedades de la madre, como la rubéola, durante las etapas del embarazo críticas para la formación del aparato auditivo) o por sobre estimulación, como en el caso de la exposición a ruidos muy intensos (1).

2.3.4.2. Trauma acústico

Se produce con ruidos breves y de gran intensidad (una explosión) y ocasiona una pérdida auditiva permanente en todas las frecuencias. Son ruidos que alcanzan y superan los 140 dB(A) (37).

2.3.4.3. Otros efectos negativos del ruido sobre el organismo

El organismo reacciona de una manera defensiva frente al ruido. Las interconexiones sinápticas de las vías auditivas en el sistema reticular ascendente y en el hipotálamo son la base de uno de nuestros sistemas más básicos de alerta ante el peligro: el ruido y la reacción del organismo ante una situación de peligro es poner en marcha toda una cadena de procesos hormonales y fisiológicos que nos preparan para la huida o la lucha. Las reacciones que se producen son en principio normales, pero se cronifican y convierten en patológicas tras exposiciones suficientemente prolongadas al ruido. Es lo que conocemos por estrés (37).

- **Alteraciones cardiovasculares**

La estimulación con ruido produce, tanto en animales como en humanos, elevaciones transitorias de la tensión arterial. Con exposiciones continuas a ruidos estas elevaciones se hacen permanentes, siendo un agente a tener en cuenta en la génesis de la hipertensión alta. Es, pues, un factor más de riesgo cardiovascular; de hecho se calcula que una persona expuesta a ambientes ruidosos debe ser considerada como 10 años mayor de su edad cronológica a efectos de riesgo de enfermedad coronaria. Aunque el último informe de la OMS no detecta un significativo aumento del riesgo de infarto, sí demuestra un aumento de los síntomas cardiovasculares (angina, dolores precordiales, disnea, etc.) que pueden ser causa de incremento en la utilización de los servicios de urgencias de los hospitales (16).

- **Alteraciones hormonales**

A partir de niveles de ruido de 60 dB(A) (una conversación durante la comida) ya se observan alteraciones en los niveles de algunas hormonas. Lo primero es un aumento de adrenalina y noradrenalina que está en relación directa con el nivel de ruido (estas dos sustancias son potentes vasoconstrictores y responsables en parte de la hipertensión arterial (HTA) secundaria al ruido). También se aprecian aumentos de otras hormonas producidas o estimuladas por la hipófisis, que suelen elevarse como respuesta a situaciones de estrés. Especial mención merece el campo de la inmunomodulación y su interrelación con el sistema vegetativo; cada vez son mayores las evidencias de que el estrés condiciona una disminución de las defensas inmunológicas facilitando la aparición de procesos infecciosos, sobre todo aquellos causados por virus. La posibilidad de un incremento en la incidencia de cáncer se está investigando, sin que por el momento se hayan encontrado evidencias claras en este sentido (1).

Alteraciones respiratorias

Tanto el informe de la OMS sobre el ruido (2004) como diferentes trabajos científicos, demuestran un aumento en la incidencia de procesos respiratorios y de sobrecarga de las urgencias hospitalarias que no puede justificarse únicamente por el incremento de los gases contaminantes de las ciudades. En concreto hay una correlación muy positiva con los episodios de bronquitis que sugieren un efecto del ruido sobre los mecanismos de inmunorregulación ya que, además, se aprecia un incremento de los procesos alérgicos en áreas de exposición aumentada al ruido (1).

Alteraciones del sueño

Los experimentos realizados sobre sujetos sometidos a diferentes condiciones de ruido durante el sueño muestran importantes cambios en los patrones normales de éste. En líneas generales, a partir de 45 dB(A) de ruido, se produce un aumento en la latencia del sueño (tiempo que tarda en iniciarse el sueño normal). El tiempo dedicado a las fases más profundas disminuye, lo que implica que, al ser estas fases profundas las necesarias para un sueño reparador, el sujeto suele levantarse con sensación de cansancio; el tiempo de sueño de movimiento ocular rápido

(MOR en español y REM en inglés) disminuye y, lo más preocupante, se ha comprobado un aumento de la tasa de afectación cardiaca durante el sueño. Como resultado final tenemos una mala calidad de sueño que se traduce en una disminución del rendimiento intelectual, una disminución del nivel de atención (con los peligros que conlleva en determinadas actividades: conducir, manejar maquinaria, etc.), cansancio, irritabilidad, aumento de la agresividad y, con el tiempo, alteraciones crónicas del sueño que se mantienen pese a cambiar a un ambiente no ruidoso (39).

2.3.4.4. Efectos psicológicos del ruido ambiental

No todas las personas reaccionan igual frente al ruido, ni todos los ruidos se perciben igual. En general es mayor el malestar y la aversión, a igualdad de decibelios, hacia aquellos ruidos originados por fuentes que consideramos que no cumplen una función social, o que podrían evitarse, o cuando las autoridades no muestran interés o preocupación por su disminución o eliminación (como es el caso de la proliferación de bares y pubs en nuestros barrios) (40).

- **Malestar**

El malestar entendido como un “sentimiento de desagrado o rechazo experimentado por un individuo o un grupo como consecuencia de la acción de un agente externo no deseado, en este caso el ruido”, es probablemente el efecto adverso más frecuentemente asociado a la exposición al ruido. El ruido, como agente estresante que es, provoca diferentes reacciones conductuales que, aunque normalmente son pasajeras en tanto dura el estímulo adverso, pueden carnificares y constituirse en enfermedad (depresión, conductas paranoides, etc.), si el ruido como elemento agresor persiste en el tiempo. Las posibles reacciones ante el ruido incluyen: inquietud, inseguridad, impotencia, agresividad, desinterés, abulia o falta de iniciativa, siendo variables en su número e intensidad según el tipo de personalidad. Tampoco es raro que aparezcan problemas en las relaciones interpersonales e intrafamiliares. En este sentido es esperable que las personas modifiquen su conducta y sus hábitos para defenderse del ruido, en un intento de conseguir su bienestar físico y psíquico; esto es, evitando zonas especialmente ruidosas, poniendo ventanas o cristales dobles, cambio del dormitorio hacia el

interior, cambio de domicilio, o recurriendo a fármacos hipnóticos y antidepresivos.

- Alteraciones en el aprendizaje

Los distintos estudios realizados que evalúan la interferencia del ruido sobre las tareas de aprendizaje, y que incluyen los diferentes tipos de memoria o la atención, muestran resultados variables según el autor y la metodología empleada. El ruido posee propiedades estimulantes a la vez que desestructuradoras sobre los procesos cognitivos. Los niños son la población de mayor riesgo para este efecto nocivo (41).

En líneas generales podemos decir que:

- El rendimiento en los test que ponen a prueba la memoria a corto plazo y secuencial (recordar unos objetos mostrados, o su orden de aparición, los que se omiten, etc.) se ve disminuido en presencia de ruido. Esta disminución del rendimiento será tanto mayor cuanto más tiempo se haya tenido al sujeto expuesto al ruido. Además, se observa la existencia de un pos efecto que prolonga los malos resultados una vez suprimido el ruido. El tipo de sonido, continuo o intermitente, muestra escasa influencia en estos resultados.
- La comprensión en la lectura disminuye en presencia de ruido.
- Como resultado de la acción activadora del ruido se produce una focalización de la atención del sujeto sobre los aspectos más relevantes (o que considera como tales) de la tarea que realiza, dejando de lado el resto. Es decir, en presencia de ruido nos vamos a centrar sobre lo más prioritario de una tarea, aunque nuestro rendimiento global va a disminuir en comparación con un ambiente silencioso.

Experimentos realizados en estudiantes de colegios emplazados en lugares ruidosos y con aislamiento acústico insuficiente demuestran unas evaluaciones inferiores a las de sus compañeros situados en lugares tranquilos. En general, tanto profesores como alumnos reconocen un mayor estrés y una mayor dificultad para la concentración en presencia de ruido ambiental. A esto se suma los esfuerzos vocales necesarios para lograr una comprensión del 100% por el auditorio y que son de 10dB por encima del ruido de fondo. Si no se consiguen los

alumnos perderán información y motivación. Es probable que tengamos que sumar a los efectos sobre el organismo las laringitis por esfuerzos vocales (42).

2.3.4.5. Otras alteraciones

Otras alteraciones descritas en respuesta al ruido incluyen un aumento en la incidencia de úlcera duodenal, de dolores, cólicos y de otras alteraciones gastrointestinales, si bien están sujetas a mayor controversia por existir estudios contradictorios. Se han descrito también efectos negativos sobre la visión (dificultad para la visión nocturna, alteraciones en la percepción del color rojo y estrechamiento del campo visual) (35).

2.3.4.6. Factores de riesgo

Entre los factores de riesgo más comunes, existen cuatro de primer orden que determinan el riesgo de pérdida auditiva o hipoacusia, tales como (43):

- Nivel de presión sonora
- Tipo de ruido
- Tiempo de exposición al ruido
- Edad de la persona

Además de estos cuatro factores, existen otros, como son la sensibilidad del sujeto receptor, características del entorno, distancia al foco sonoro y posición respecto a éste, entre otros (27).

2.3.5. Anatomía del oído humano

La detección del sonido requiere la conversión de las vibraciones mecánicas de las ondas sonoras en una forma que permita el análisis de su frecuencia y de su intensidad. El oído humano particularmente posee una membrana conductora en muy buen grado y por otro lado, no queda afectado por el movimiento y las vibraciones del cuerpo ni por los sonidos producidos por el flujo de la sangre o en los órganos internos. Además permite al oyente localizar las fuentes de sonido y concentrarse en sonidos específicos en medio de un entorno repleto de sonidos confusos. En la anatomía del oído humano. El oído externo recoge las ondas sonoras y las transmite al tímpano. Unos huesecillos denominados martillo, yunque y estribo transmiten las variaciones del tímpano a la perilinfa, fluido de

los canales del oído interno a través de la ventana oval. Los huesecillos funcionan como una prensa hidráulica y amplifican la fuerza sobre la ventana oval unas quince veces por encima de la fuerza sobre el tímpano. Por otro lado, unos músculos conectados a los huesecillos controlan la amplitud de su movimiento, de forma que los sonidos fuertes no perjudiquen al sensible oído interno. El oído interno tiene dos canales llenos de fluido. El canal coclear contiene terminaciones nerviosas en el órgano de Corti, y se divide en dos cámaras excepto en el externo más alejado de las ventanas. La ventana oval es impulsada por medio de los huesecillos. Una flexible ventana redonda en la otra cámara se flexiona cuando la perilinfa se mueve, de forma que el volumen del oído interno permanece constante. Como el canal coclear es más grueso en las proximidades del extremo estrecho del caracol o cóclea, las diferentes frecuencias de vibración de la perilinfa hacen que el tabique se flexione en diferentes puntos a lo largo de su longitud. Esta flexión es detectada por finísimos nervios en la región de excitación y los impulsos nerviosos se propagan hasta el cerebro (44).

El oído es un órgano alojado en el hueso temporal, y consiste de tres partes, a saber (45):

- **Oído Externo.-** Esta dividido en dos partes, fundamentalmente, la parte exterior, llamada pabellón u oreja, y el conducto auditivo externo. La morfología de la oreja hace que se recojan las ondas sonoras conduciéndolas hacia el canal auditivo externo (con una longitud de unos 3 cm. aproximadamente) termina en la membrana del “tímpano” que se considera como frontera entre el oído externo y medio (22).
- **Oído Medio.-** Es un espacio hueco conocido como caja del tímpano y está limitado en su parte más externa por la membrana del tímpano y en su parte más interna por la pared ósea del oído interno. En el interior del oído medio se encuentra la cadena de huesecillos, como son: martillo, yunque y estribo, que tienen por función unir la membrana del tímpano con el oído interno a través de la ventana oval, ubicada en la pared ósea del oído interno (22).
- En el oído medio se producen dos funciones fundamentales. La primera de transmisión del sonido hasta el oído interno. La segunda, de transformación

del sonido amplificándolo o amortiguándolo. La transmisión del sonido se efectúa a partir del movimiento de la membrana del tímpano, que le comunica al martillo, éste a su vez lo transmite al yunque y éste al estribo que termina en la ventana oval, donde comienza el oído interno

- **Oído Interno.-** Aquí se dan las funciones más importantes del mecanismo final de audición y el receptor del equilibrio. Consta de tres partes: La cóclea, el vestíbulo y los canales semicirculares. La cóclea tiene forma de caracol soportado por una estructura ósea. En el conducto interior se distingue dos canales pegados a la pared superior e inferior del conducto que se denomina rampa vestibular y rampa timpánica. Entre ambas rampas se encuentra el órgano de Corti con las células filiares que es el órgano receptor de la audición. A través de la ventana oval y debido a los movimientos del estribo, se acciona el fluido del oído interno. Este a su vez, mediante las membranas basilar y tectoria lo transmite a las células filiares, que están conectadas con células nerviosas, las que, generando impulsos electroquímicos determinados según el sonido que ha producido la perturbación, lo conducen al cerebro a través del nervio auditivo. En la estimulación de las terminaciones nerviosas actúa una estructura compleja de la membrana basilar, conocida como órgano de Corti. Las células pilosas internas y externas son componentes del órgano de Corti, y están implicadas de forma crítica en el proceso de estimulación nerviosa. La pérdida auditiva causada por la exposición a ruidos nocivos, está relacionada a la lesión de las células pilosas; asimismo se sabe que la transmisión de la energía acústica hacia el oído interno es a través de vías que implican a los huesos craneales, conocido como conducción ósea (22).

2.3.5.1. Daño auditivo

Los oídos son estructuras mecánicas muy notables. El oído humano puede responder confortablemente a intensidades desde 10^{-12} Wm^{-2} hasta 1 Wm^{-2} , que comprenden un intervalo de 12 órdenes de magnitud. Sin este intervalo tan amplio, muchos sonidos de nuestro entorno natural serían inaudibles o insoportables. Las medidas de las respuestas a la audición son un tanto subjetivas, pero se han establecido bastante bien dos características objetivas. Una de ellas es el umbral de audición que es la intensidad mínima necesaria para que un sonido

de una frecuencia dada empiece a ser audible. La segunda característica es el umbral de sensación dolorosa. A esta intensidad elevada se experimenta una sensación de cosquilleo cuando los huesecillos vibran de forma tan fuerte que chocan con la pared del oído medio (44).

El oído es sensible a esta enorme gama de intensidades en parte porque los músculos de los alrededores del tímpano y los huesecillo responden a la realimentación nerviosa y modifican la tensión en estas parte. El tímpano es en cierta forma parecido a una membrana de tambor de tensión ajustable. La nocividad, daño o efectos del ruido contaminante, sobre los individuos en particular y la comunidad en general, pueden causar una serie de daños, tales como (46):

- Alteración de las funciones endocrinas.
- Problemas cardiovasculares.
- Alteración del sistema nervioso.
- Cambios bioquímicos.
- Dilatación de los vasos sanguíneos del cerebro.
- Elevación de la tensión sanguínea.
- Cambio de ritmo o latidos del corazón.
- Dilatación de la pupila de los ojos.
- Descarga de hormonas adicionales en el torrente sanguíneo.
- Retraso económico y social.

2.4. Marco legal

2.4.1. Norma Nacional

En la legislación peruana existe un conjunto de normas para regular los ruidos a efectos de controlar la contaminación sonora, que dentro de las principales se puede citar (47).

2.4.1.1. Ley General del Ambiente. Ley N° 28611

Artículo 115.- De los ruidos y vibraciones

115.1 Las autoridades sectoriales son responsables de normar y controlar los ruidos y las vibraciones de las actividades que se encuentran bajo su regulación, de acuerdo a lo dispuesto en sus respectivas leyes de organización y funciones

115.2 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 (48).

2.4.1.2. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. D.S. N° 085-2003-PCM

Artículo 4.- De los Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido

Los Estándares Primarios de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana.

Dichos ECA's 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 N° 1 de la presente norma.

Artículo 5.- De las zonas de aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad

Ambiental para Ruido

Para efectos de la presente norma, se especifican las siguientes zonas de aplicación: Zona Residencial, Zona Comercial, Zona Industrial, Zona Mixta y Zona de Protección Especial. Las zonas residencial, comercial e industrial deberán haber sido establecidas como tales por la municipalidad correspondiente.

Artículo 10.- De los Plazos para alcanzar el estándar

En las zonas que presenten A (LAeqT) superiores a los valores establecidos en el ECA, se deberá adoptar un Plan de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora que contemple las políticas y acciones necesarias para alcanzar los estándares correspondientes a su zona en un plazo máximo de cinco (5) años contados desde la entrada en vigencia del presente Reglamento. Estos

planes serán elaborados de acuerdo a lo establecido en el artículo 12 del presente Reglamento.

El plazo para que aquellas zonas identificadas como de protección especial alcancen los valores establecidos en el ECA, será de veinticuatro (24) meses, contados a partir de la publicación de la presente norma.

El plazo para que aquellas zonas identificadas como de críticas alcancen los valores establecidos en el ECA, será de cuatro (04) años, contados a partir de la publicación de la presente norma.

Artículo 11.- De la Exigibilidad

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido constituyen un objetivo de política ambiental y de referencia obligatoria en el diseño y aplicación de las políticas públicas, sin perjuicio de las sanciones que se deriven de la aplicación del presente Reglamento.

Artículo 12.- De los Planes de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora

Las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales, elaborarán planes de acción para la prevención y control de la contaminación sonora con el objeto de establecer las políticas, estrategias y medidas necesarias para no exceder los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido. Estos planes deberán estar de acuerdo con los lineamientos que para tal fin apruebe el Consejo Nacional del Ambiente – CONAM.

Las municipalidades distritales emprenderán acciones de acuerdo con los lineamientos del Plan de Acción Provincial. Asimismo, las municipalidades provinciales deberán establecer los mecanismos de coordinación interinstitucional necesarios para la ejecución de las medidas que se identifiquen en los Planes de Acción.

Artículo 10.- De la vigilancia de la contaminación sonora

La vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora en el ámbito local es una actividad a cargo de las municipalidades provinciales y distritales de acuerdo a sus

competencias, sobre la base de los lineamientos que establezca el Ministerio de Salud. Las Municipalidades podrán encargar a instituciones públicas o privadas dichas actividades.

Los resultados del monitoreo de la contaminación sonora deben estar a disposición del público.

El Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) realizará la evaluación de los programas de vigilancia de la contaminación sonora, prestando apoyo a los municipios, de ser necesario. La DIGESA elaborará un informe anual sobre los resultados de dicha evaluación.

Artículo 15.- De la Verificación de equipos de medición

El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad

Intelectual - INDECOPI es responsable de la verificación de los equipos que se utilizan para la medición de ruidos. La calibración de los equipos será realizada por entidades debidamente autorizadas y certificadas para tal fin por el INDECOPI.

Artículo 16.- De la aplicación de sanciones por parte de los municipios

Las municipalidades provinciales deberán utilizar los valores señalados en el siguiente cuadro; con el fin de establecer normas, en el marco de su competencia, que permitan identificar a los responsables de la contaminación sonora y aplicar, de ser el caso, las sanciones correspondientes.

Dichas normas deberán considerar criterios adecuados de asignación de responsabilidades, así como definir las sanciones dentro del marco establecido por el Decreto Legislativo N° 613 - Código del Ambiente y Recursos Naturales. También pueden establecer prohibiciones y restricciones a las actividades generadoras de ruido, respetando las competencias sectoriales.

En el mismo sentido, se podrá establecer disposiciones especiales para controlar los ruidos, que por su intensidad, tipo, duración o persistencia, puedan ocasionar daños a la salud o tranquilidad de la población, aun cuando no superen los valores establecidos en el siguiente cuadro, con el fin de establecer normas, en el marco

de su competencia, que permitan identificar a los responsables de la contaminación sonora y aplicar, de ser el caso, las sanciones correspondientes.

Dichas normas deberán considerar criterios adecuados de asignación de responsabilidades, así como definir las sanciones dentro del marco establecido por el Decreto Legislativo N° 613 - Código del Ambiente y Recursos Naturales. También pueden establecer prohibiciones y restricciones a las actividades generadoras de ruido, respetando las competencias sectoriales.

En el mismo sentido, se podrá establecer disposiciones especiales para controlar los ruidos, que por su intensidad, tipo, duración o persistencia, puedan ocasionar daños a la salud o tranquilidad de la población, aun cuando no superen los valores establecidos en la siguiente tabla.

Tabla 2. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el ruido.

Zona de aplicación	Valores expresados en L_{AeqT}	
	Horario diurno	Horario nocturno
Zona de protección Especial	50	40
Zona residencial	60	50
Zona comercial	70	60
Zona industrial	80	70

Fuente: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. D.S. N° 085-2003-PCM. (49).

Disposiciones complementarias

Tercera.- Las autoridades ambientales dentro del ámbito de su competencia propondrán los límites máximos permisibles, o adecuarán los existentes a los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido en concordancia con el artículo 6 inciso e) del Decreto Supremo N° 044 – 98 - PCM, en un plazo no mayor de dos (2) años de publicada la presente norma, de acuerdo a lo señalado en la siguiente tabla.

Tabla 3. Límites máximos permisibles para instituciones estatales del Perú

Entidad	Límites Máximos Permisibles
Ministerio de la Producción.	Actividades manufactureras y pesqueras
Ministerio de Agricultura	Actividades agrícolas y agroindustriales
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Fuentes móviles y actividades de telecomunicaciones
Ministerio de Vivienda	Actividades de construcción y edificación
Ministerio de Energía y Minas	Actividades minero metalúrgicas e hidrocarburos
Municipalidades Provinciales	Actividades domésticas, comerciales y de servicios.

Fuente: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. D.S. N° 085-2003-PCM. (49)

2.4.2. Norma Local

A nivel de la Municipalidad Provincial de Huamanga, también se cuenta con normas que regulan la emisión de ruidos (50)

2.4.2.1. Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A Prohibiciones, excepciones y sanciones

a. Prohibiciones

Art. 2°: están prohibidos los ruidos en toda fabrica, taller industria o comercio, locales de diversión, calles y domicilios dentro del perímetro de la ciudad.

Art. 3°: queda prohibido como medio de propaganda comercial continua el uso de bocinas, megáfonos o altoparlantes (incluye a los vendedores ambulantes) salvo que sea temporal de baja intensidad y previo permiso de la municipalidad.

Art. 4°: los conductores de vehículos en general podrán hacer uso de cláxones solo en caso que peligre la vida de una persona, no así para llamar pasajeros ni cuando se hubiera interrumpido el tránsito (el máximo permitido es de 70 decibeles). A partir de las 07:00 pm. No podrán en lo absoluto usarse los cláxones más bien remplazarlos por señales de luz. Caso contrario el infractor estará sujeto a multas y sanciones establecidas por ley.

Art. 5°: queda prohibido para todo vehículo motorizado dentro del radio urbano y las 24 horas del día, el llamado “escape libre”, y el uso de bocinas de carreteras salvo que estén de paso por la ciudad y lo hagan en forma restringida. Esta última salvedad no es válida para los de transporte colectivo local. Queda completamente prohibido el uso de sirenas en vehículos particulares.

Art. 6°: de igual manera quedan prohibidas el uso de equipos de sonidos, que por su intensidad, tipo, duración y/o persistencia ocasionen molestias al vecindario o causen daños a su salud. Los organizadores y/o propietarios de los locales en los que se realizan dichas fiestas o reuniones adoptaran las medidas necesarias para evitarlas, no pudiendo exceder en ningún caso de los niveles permisibles de acuerdo a la zonificación y horarios señalados en la presente ordenanza y sus locales deberán estar provistos de material aislante de ruidos y funcionar a puertas cerradas.

b. Excepciones:

Art. 7°: están exceptuados de las disposiciones de la presente ordenanza los vehículos de las compañías de bomberos, ambulancia y en general de seguridad y emergencias.

Art. 8°: la Municipalidad Provincial o las Distritales podrán, con motivo de Fiestas Patrias, Navidad, Año Nuevo u otras Fiestas tradicionales, suspender las prohibiciones por periodos temporales. Las Autorizaciones Municipales deberán ser escritas expedidas con días de anticipación y señalar límites de tiempo del evento, no pudiendo excederse en los límites de ruido permisible y ser solo para locales cerrados y construidos con materiales aislantes de ruidos.

Art. 9°: en zonas circundantes hasta 100 metros de centros hospitalarios, instituciones educativas y asilo de ancianos, la producción de ruidos no podrá exceder de 50 decibels de 07:00 a 22:00 horas y de 40 decibels de 22:00 a 07:00 am.

c. Sanciones

Art. 10°: La autoridad una vez verificada y comprobada la infracción a las prohibiciones anteriores, notificará al infractor para que elimine o atenué los ruidos producidos a niveles permisibles, fijando un plazo para su cumplimiento;

de no cumplirse con lo ordenado en el plazo señalado el infractor será sancionado y multado en la siguiente forma:

Tabla 4. Tabla de infracciones, sanciones y multas de acuerdo a un plazo fijado para su cumplimiento para la ciudad de Ayacucho.

Infracción	Plazo	Sanción	Multa
Art. 2	30 días	Traslado fuera del radio urbano.	25% UIT
Art. 3	Inmediato	Decomiso del instrumento de sonido	25% UIT
Art. 4	Inmediato	Internamiento	10% UIT
Art. 5	Inmediato	Internamiento e incautación de la	25% UIT
Art. 6	Inmediato	Bocina (decomiso del equipo de sonido)	25% UIT

Fuente: Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A (51)

Art. 11°: la reincidencia en el incumpliendo de lo dispuesto por los Artículos 2°, 3°, 5° y 6° se sancionara con la cancelación de la autorización, Permiso o Licencia Municipal; no estando el infractor exento de la aplicación a la sanción con multa tipificada en el Art. 10°, sin perjuicio de poner en conocimiento del fiscal Provincial de Turno para que el Infractor sea denunciado por delito contra la salud.

d. De control de ruidos molestos en la jurisdicción de la ciudad de Ayacucho.

Art. 1°: a) ruidos molestos: son los producidos en la vía pública, viviendas, establecimientos industriales y/o comerciales y en general en cualquier lugar público o privado, que por su duración o sonido o intensidad por encima de lo permisible, ocasione molestias y perturben la tranquilidad del vecindario, sea de día o de noche, cualquiera sea su origen de emisión; así como los ruidos nocivos que pudieran causar problemas de salud que excedan los siguientes niveles:

Tabla 5. Intensidad del sonido de acuerdo a la ubicación, durante el día y la noche en la ciudad de Ayacucho

	De 7:01 a 22:00 Horas	De 22:01 a 7:00 Horas
En el centro histórico y zonas Residenciales	60 decibeles	50 decibeles
En zona comercial	70 decibeles	60 decibeles
En zona Industrial	80 decibeles	70 decibeles

Fuente: Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A (51)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

La investigación se realizó en la ciudad de Ayacucho, en la que se halla comprendida los distritos de Ayacucho, San Juan Bautista, Carmen Alto, Jesús de Nazareno y Andrés Avelino Cáceres Dorregaray.

3.1.1. Ubicación política

Región: Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distritos : Ayacucho

San Juan Bautista

Carmen Alto

Jesús de Nazareno

Andrés Avelino Dorregaray

3.1.2. Ubicación geográfica

El trabajo de investigación se realizó en el ámbito de la ciudad de Ayacucho, capital de la región de Ayacucho, que se ubica en la Sierra Sur Central Andina del Perú a 2761 m.s.n.m. Se encuentra atravesado, hacia el norte, por la cordillera de Rasuwillca, y hacia el centro-sur, por la cordillera del Huanzo.

3.1.2.1. Coordenadas Geográficas

Latitud : 12° 7' 7" S.

Longitud : 74° 23' 5"

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Constituida por el espacio físico que ocupa la ciudad de Ayacucho (distritos de San Juan Bautista, Carmen Alto, Jesús de Nazareno y Andrés Avelino Cáceres Dorregaray

3.2.2. Muestra

Constituido por 28 zonas identificadas como de mayor contaminación ambiental, distribuidos de la siguiente manera:

- 13 discotecas y establecimientos similares
- 12 arterias, que en su mayoría estuvo constituido por intersecciones de calles
- 2 mercados de abasto
- 1 aeropuerto

3.2.3. Unidad de observación

Lugares críticos de la ciudad de Ayacucho como la intersección de las calles, lugares públicos (discotecas, mercados, etc.) y lugares de aglomeración humana.

3.2.4. Sistema de muestreo

El sistema de muestreo empleado fue determinístico, ya que se identificaron las zonas de muestreo de acuerdo a los lugares donde la Municipalidad Provincial de Huamanga realiza monitoreos periódicos como zonas críticas una vez por mes de octubre a diciembre del 2014, debido fundamentalmente a la presencia de elevado flujo vehicular; por otro lado, también se identificaron como zonas de muestreo, discotecas, mercados, ferias y centros de recreación, donde existe aglomeraciones humanas y en la que se generan diferentes niveles de ruido.

3.3. Metodología y recolección de datos

El instrumento empleado para la recolección de datos fue el sonómetro, a través del cual se pudo determinar los diferentes niveles de ruido durante la evaluación, del mismo modo se empleo un GPS para registrar la ubicación exacta de los

puntos más críticos de la ciudad de Ayacucho, datos las que finalmente fueron registrados para hacer las comparaciones necesarias.

3.3.1. Determinación del nivel de ruido

Los niveles de ruido en las zonas identificadas se realizó mediante el empleo de un sonómetro de indicación digital de clase de precisión TIPO 2 (clase 2), PRASEK PREMIUN PR-352 con un rango de alcance es de 30 dB a 130db y que fue calibrado por INDECOPI en el mes de setiembre del 2014, propiedad de la Subgerencia de Comercios y Mercados de la Gerencia de Servicios Municipales de la Municipalidad Provincial de Huamanga- Ayacucho, el que permitió cuantificar los niveles de presión sonora, las que de acuerdo a los resultados y la normativa ambiental, se fue categorizando en los diferentes niveles.

3.3.2. Determinación de los niveles de ruido en calles donde existe abundante flujo vehicular

Para éste caso de fuentes vehiculares, el sonómetro fue ubicado en el límite de la calzada, tal como se muestra en la siguiente figura.

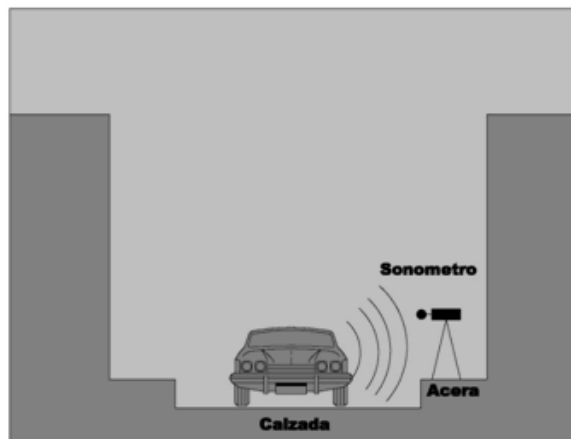


Figura 1.- Modo de ubicar el sonómetro para el monitoreo del ruido en calles con flujo vehicular.

3.3.3. Determinación el nivel de ruido en lugares de aglomeración humana

El punto se ubicó en el exterior del recinto donde se sitúan las fuentes, a mínimo de 3 metros del lindero que la contenga, en las que no existieron superficies reflectantes de dicha distancia. En caso de superficies reflectantes dentro de esa distancia, se aplicó lo establecido en la siguiente figura:

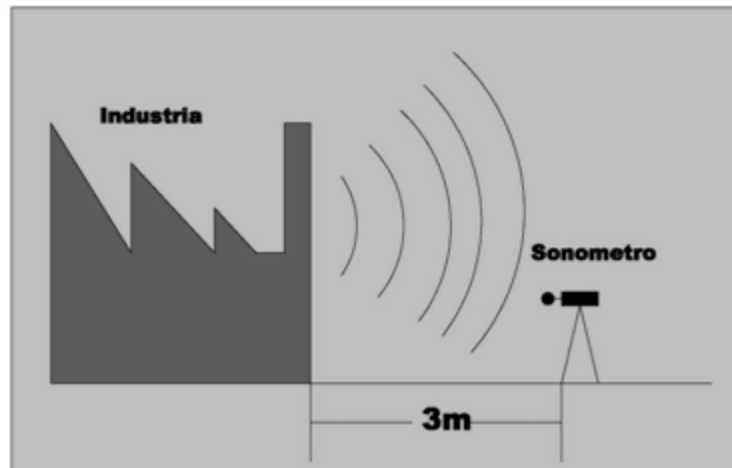


Figura 2.- Modo de ubicar al sonómetro para el monitoreo de ruido en una fuente fija.

3.4. Tipo de investigación

El tipo de investigación realizado fue transversal – prospectivo, ya que el estudio se realizó obteniendo datos en un momento puntual, y prospectivo por que se realizó un estudio longitudinal en el tiempo que se diseñó, los datos fueron analizados tras transcurrido un determinado tiempo.

El nivel de investigación fue descriptiva comparativa, ya que en el trabajo se tomó datos detallados con las características del momento, y comparativa ya que se identificó diferencias y semejanzas entre las unidades de estudio

3.5. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron utilizados para la construcción de una matriz de datos en el software Excel, para luego ser exportados al SPSS 22 y MINITAB 16, a partir de los cuales se crearon tablas y figuras, en los cuales se presenta estadísticos descriptivos de tendencia central y de dispersión, así mismo con la finalidad de comparar los niveles de ruido entre los diferentes zonas de muestreo y tipos de fuentes de ruido, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis con una confianza del 95% ($\alpha=0.05$) ya que los datos no presentaron distribución normal. Por otro lado, con la finalidad de relacionar, los niveles de ruido con la frecuencia de flujo de vehículos, se realizó la prueba de regresión y correlación de Sperman.

IV. RESULTADOS

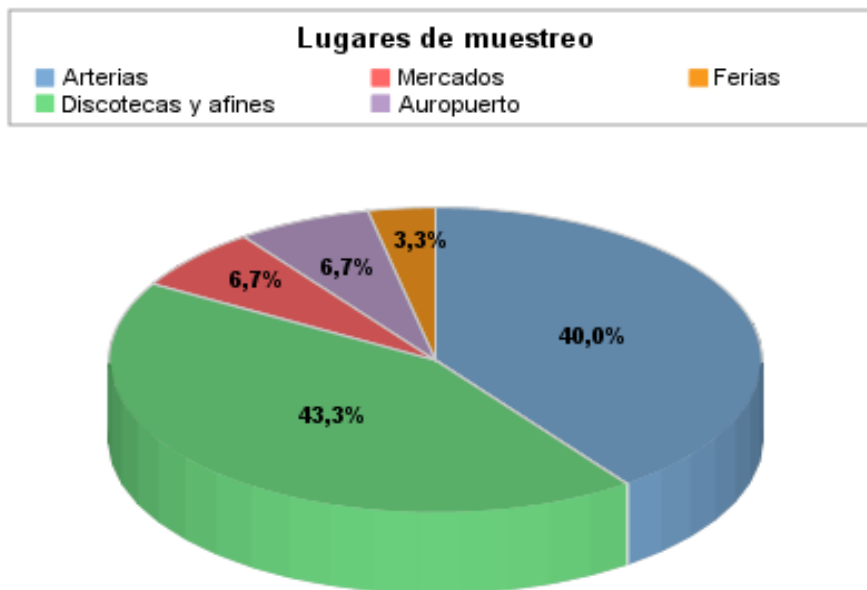


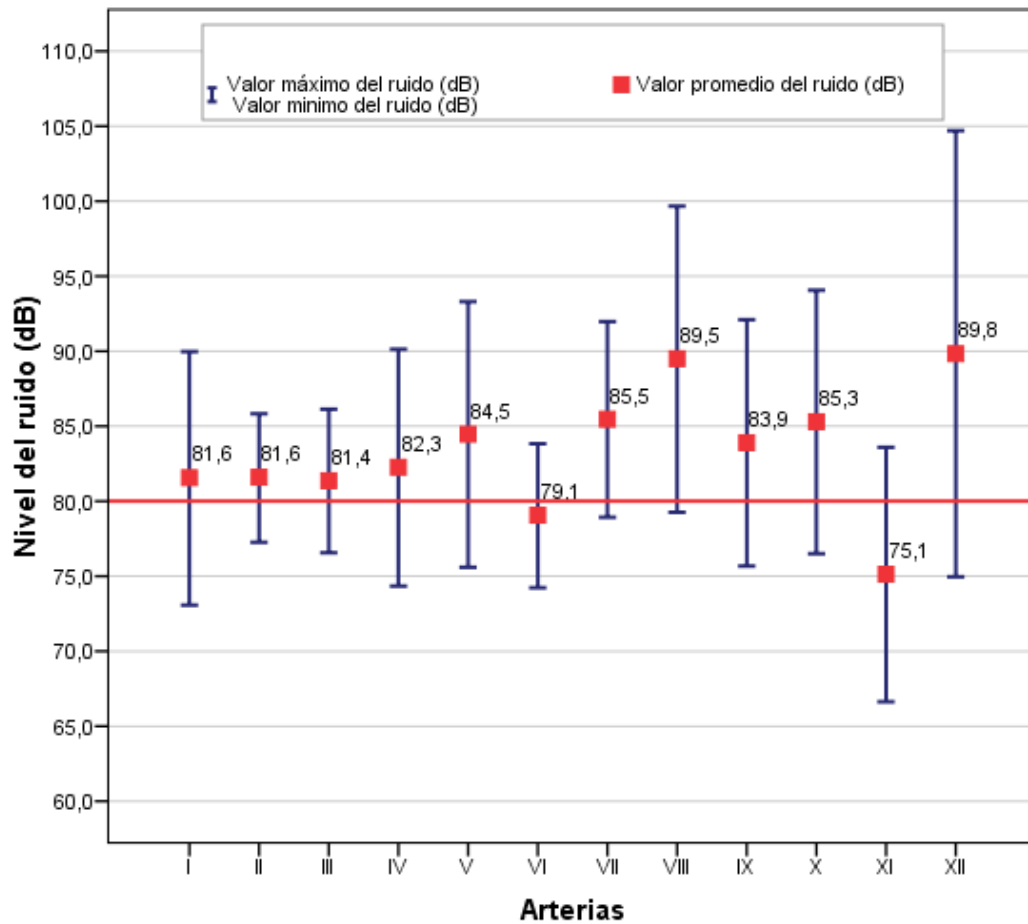
Figura 3.- Porcentaje de representatividad en la muestra de los lugares considerados en el estudio, Ayacucho 2014.

Tabla 6.- Ubicación de los lugares identificados para la determinación de los niveles de ruido, Ayacucho, 2014.

Nombre /tipo	Ubicación	Ubicación Geográfica	
		Coordenadas (UTM)	
Centro Recreacional "Las Vegas"	Carmen Alto	584587	8543754
Discoteca "Céntrica"	Jr. Quinua	584374	8545950
Discoteca "El Caviar"	Jr. Los Andes y Jr. Salazar Bondy	584582	8545847
Discoteca "Goas"	Jr. Montesori	584401	8545888
Discoteca "Hot"	Jr. Asamblea	584319	8545854
Discoteca "Kabash"	Jr. Quinua	584374	8545950
Discoteca "La Mega"	Jr. Quinua	584359	8545953
Discoteca "Las Brujas"	Jr. Salazar Bondy	584516	8545878
Discoteca "Makumba"	Av. Mariscal Cáceres	584156	8545693
Discoteca "Maxxo"	Av. Mariscal Cáceres	584213	8545681
Discoteca "NN"	Jr. Quinua y Pasaje la Cultura	584280	8545964
Discoteca "Ukukus"	Jr. Quinua	584365	8545952
Perú Bar	Jr. Asamblea	584336	8545925
Intersección	Jr. San Martín con Jr. Grau	583910	8545216
Intersección	Jr. Chorro con Jr. Grau	583815	8544807
Intersección	Dos de Mayo con Carlos F. Vivanco	584123	8545027
Intersección	Jr. Carlos F. Vivanco con Jr. Grau	583889	8545082
Lugar	Puente Nuevo	584394	8544962
Intersección	Jr. Manco Capac con Jr. Asamblea	584299	8545811
Intersección	Jr. Asamblea con Jr. Quinua	584331	8545956
Lugar	Jr. Ciro Alegría (Óvalo Magdalena)	584911	8545564
Lugar	Jr. Grau (Santa Clara)	583869	8545049
Intersección	Av. Mariscal Castilla con Av. Del Ejército	585097	8544852
Lugar	Av. Cusco (1ra cuadra)	585557	8544565
Lugar	Av. Cusco (3ra cuadra)	585687	8544410
Intersección	Jr. Carlos F. Vivanco con Jr. Tres Máscaras	584255	8545004
Mercado	Mercado "Nery García"	583607	8546365
Mercado	Mercado "Carlos F. Vivanco"	583978	8545033
Aeropuerto	Altura de Campo Ferial de Canaán	586018	8544971

Tabla 7.- Niveles de ruido (promedio, mínimo y máximo) registrado en los lugares de muestreo. Ayacucho 2014

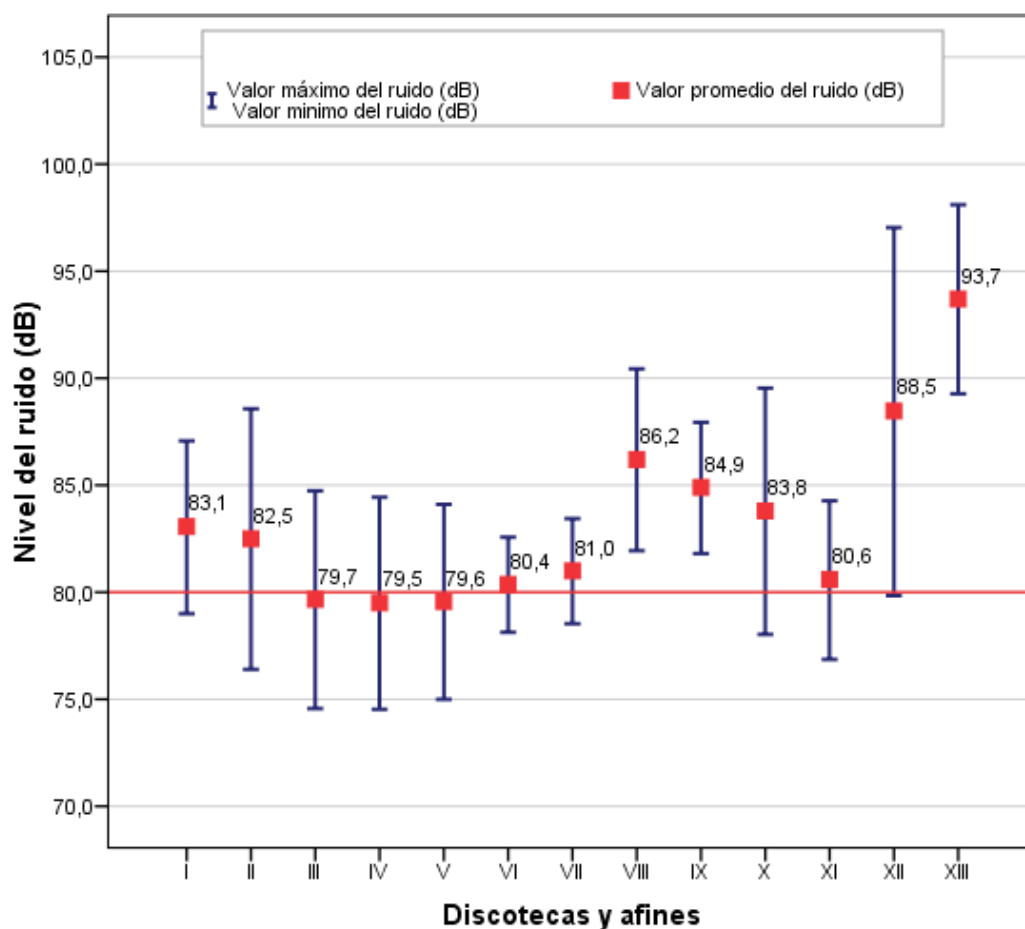
Tipo	Ubicación	Niveles de ruido registrado (dB)		
		Valor promedio	Valor mínimo	Valor máximo
Arterias	Jr. San Martín con Jr. Grau	81,6	73,1	90,0
	Jr. Chorro con Jr. Grau	81,6	77,3	85,8
	Dos de Mayo con Carlos F.	81,4	76,6	86,1
	Jr. Carlos F. Vivanco con Jr.	82,3	74,3	90,1
	Puente Nuevo	84,5	75,6	93,3
	Jr. Manco Capac con Jr.	79,1	74,2	83,8
	Jr. Asamblea con Jr. Quinua	85,5	78,9	92,0
	Jr. Ciro Alegría (Óvalo Magdalena)	89,5	79,3	99,7
	Jr. Grau (Santa Clara)	83,9	75,7	92,1
	Av. Mariscal Castilla con Av. Del Ejército	85,3	76,5	94,1
	Av. Cusco (1ra a 3ra cuadra)	75,1	66,6	83,6
	Jr. Carlos F. Vivanco con Jr. Tres Máscaras	89,8	75,0	104,7
	Mercados	Mercado "Nery García"	79,2	69,4
Mercado "Carlos F. Vivanco"		78,6	72,6	84,5
Aeropuerto	Aeropuerto (Despegue LAN)	89,0	76,8	101,1
	Aeropuerto (Despegue Star Perú)	87,7	79,6	95,8
Discotecas y afines	Discoteca "Makumba"	83,1	79,0	87,1
	Discoteca "Maxxo"	82,5	76,4	88,6
	Discoteca "Hot"	79,7	74,6	84,7
	Perú Bar	79,5	74,5	84,4
	Discoteca "El Caviar"	79,6	75,0	84,1
	Discoteca "Las Brujas"	80,4	78,1	82,6
	Discoteca "Goas"	81,0	78,5	83,4
	Discoteca "Céntrica"	86,2	81,9	90,4
	Discoteca "Ukukus"	84,9	81,8	87,9
	Discoteca "La Mega"	83,8	78,0	89,5
	Discoteca "NN"	80,6	76,9	84,3
Feria	Discoteca "Kabash"	88,5	79,8	97,0
	Centro Recreacional "Las Vegas"	93,7	89,3	98,1
Feria	Feria	87,4	81,8	93,0



$X^2 = 14,155$; $gl = 11$; $p = 0,225$

I	Jr. San Martín con Jr. Grau	V	Puente Nuevo	IX	Jr. Grau (Santa Clara)
II	Jr. Chorro con Jr. Grau	VI	Jr. Manco Capac con Jr. Asamblea	X	Av. Mariscal Castilla con Av. Del Ejército
III	Dos de Mayo con Carlos F. Vivanco	VI	Jr. Asamblea con Jr. Quinua	XI	Av. Cusco (1ra a 3ra cuadra)
IV	Jr. Carlos F. Vivanco con Jr. Grau	VI	Jr. Ciro Alegría	XII	Jr. Carlos F. Vivanco con Jr. Tres Máscaras
		II	(Óvalo Magdalena)		

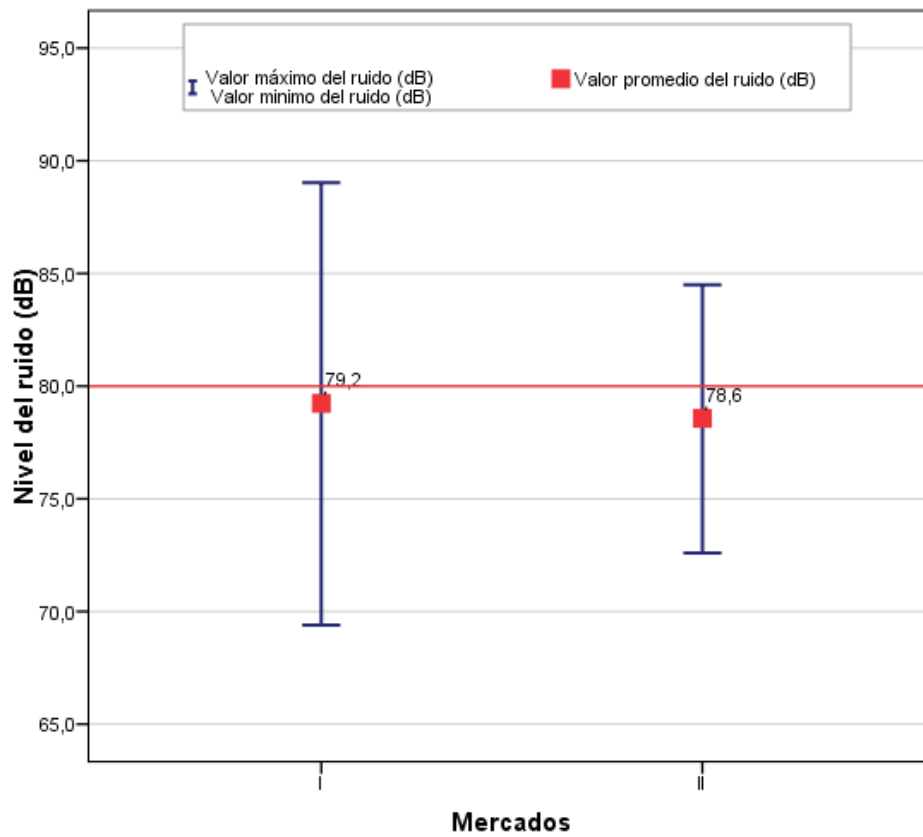
Figura 4.- Nivel de ruido promedio, máximo y mínimo registrados en lugares críticos y hora punta en 12 arterias de la ciudad de Ayacucho, 2014



$X^2 = 23.83$; $gl = 12$; $p = 0,021$

I	Centro Recreacional "Las Vegas"	V	Discoteca "Hot"	IX	Discoteca "Makumba"
II	Discoteca "Céntrica"	VI	Discoteca "Kabash"	X	Discoteca "Maxxo"
II	Discoteca "El Caviar"	VII	Discoteca "La Mega"	XI	Discoteca "NN"
I		VII	Discoteca "Las Brujas"	XII	Discoteca "Ukukus"
I	Discoteca "Goas"			XII	Perú Bar
V				I	

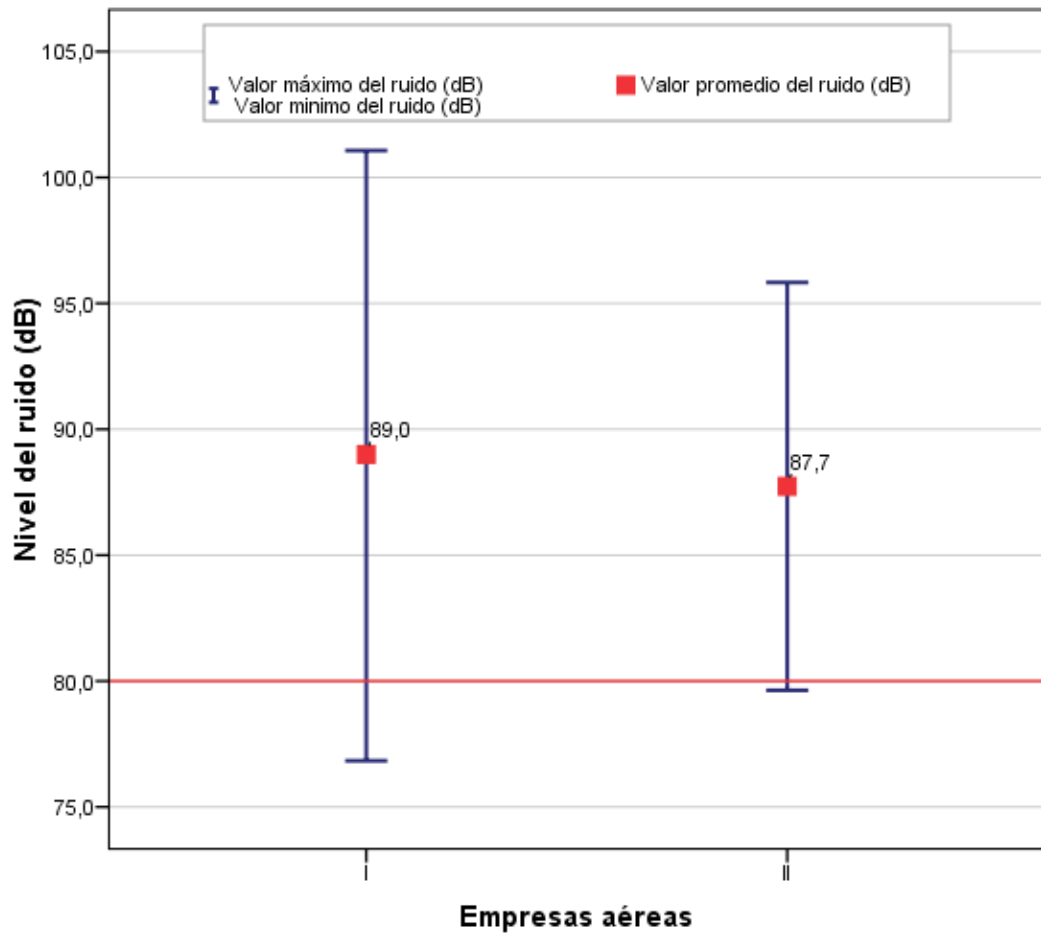
Figura 5.- Nivel de ruido promedio, máximo y mínimo registrados en 13 locales de discotecas y afines en la ciudad de Ayacucho, 2014



$X^2 = 0,429$; $gl = 1$; $p = 0,513$

I Nery García Zárate II Carlos F. Vivanco

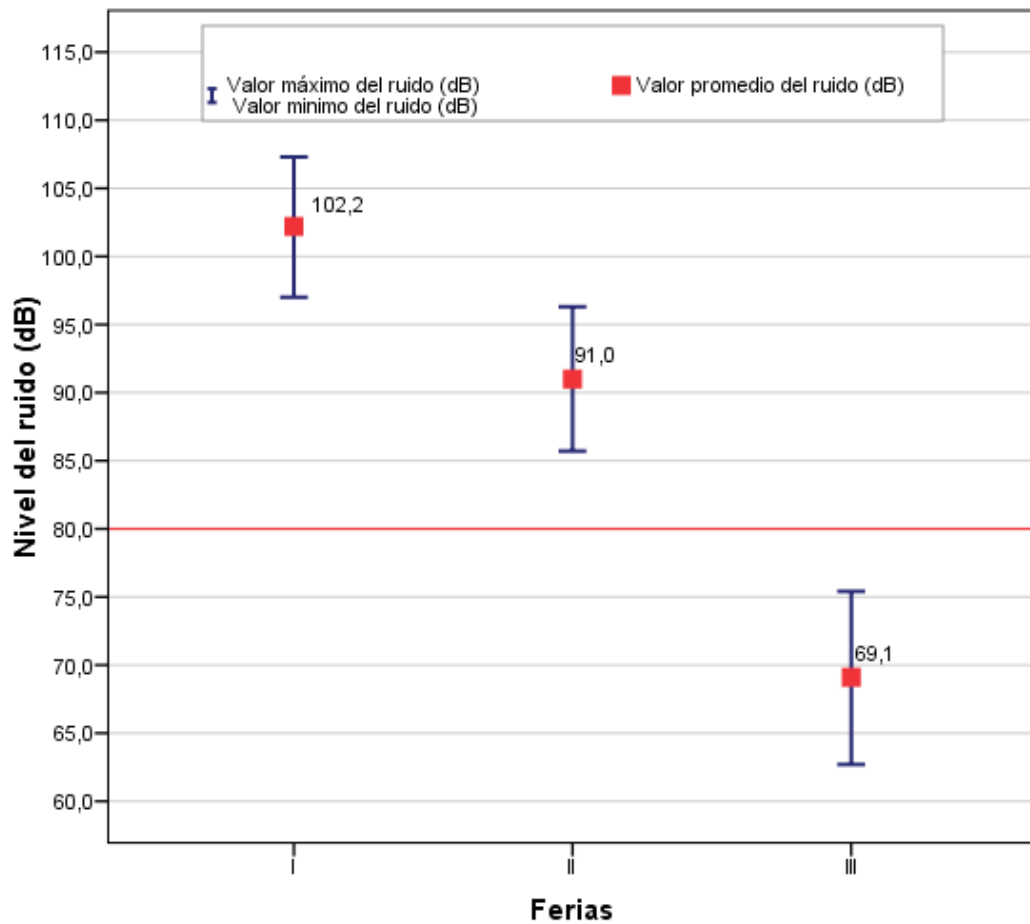
Figura 6.- Nivel de ruido promedio, máximo y mínimo registrados en dos mercados de abastecimiento de la ciudad de Ayacucho, 2014.



$X^2 = 0.00$; gl = 12; p = 1.00

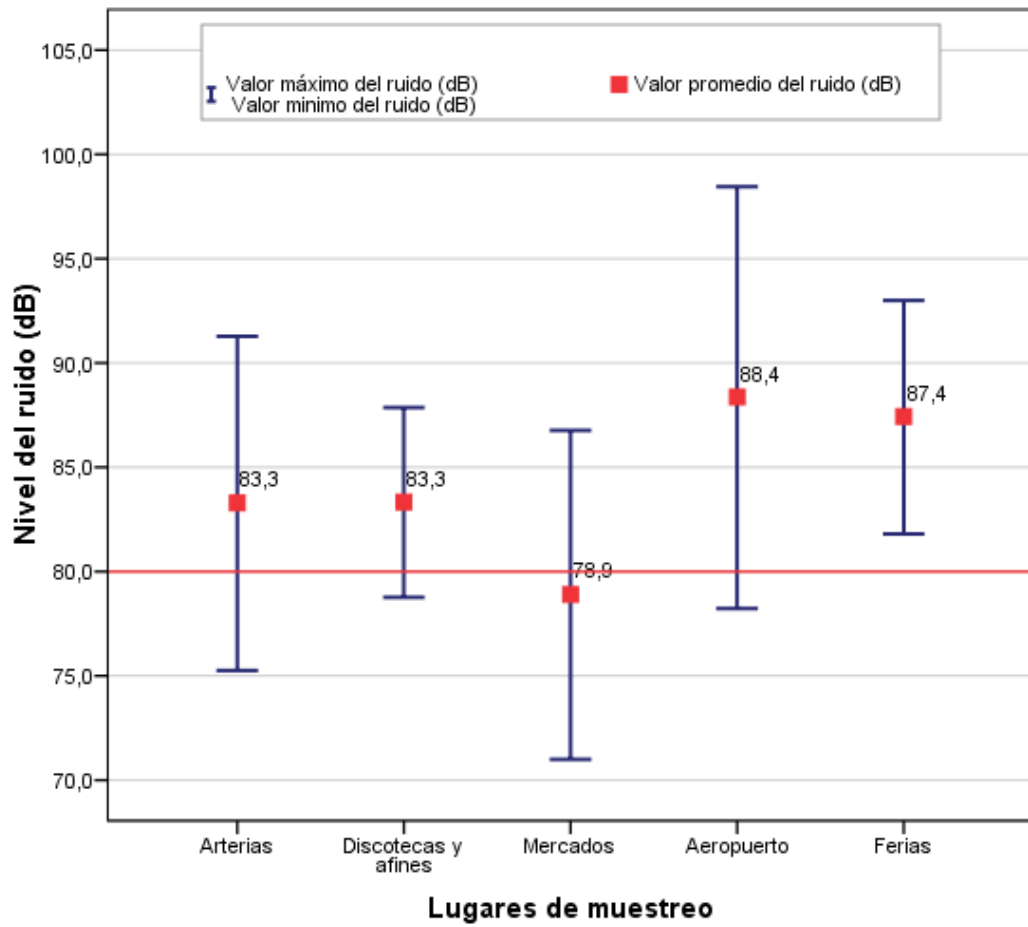
I LAN Perú II StarPerú

Figura 7.- Nivel de ruido promedio, máximo y mínimo registrados en el despegue de naves pertenecientes a dos empresas aéreas en el Aeropuerto Coronel FAP Alfredo Mendivil Duarte, Ayacucho, 2014



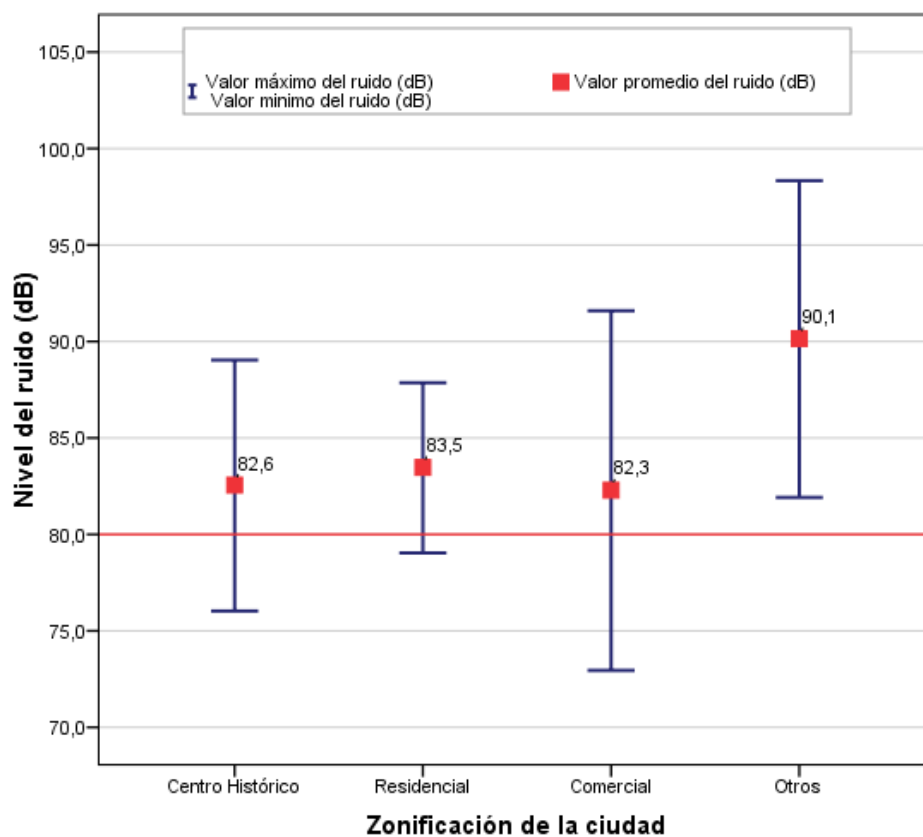
I Alameda Valdelirios II Centro Artesanal Shosaku Nagase III Plazoleta Bellido

Figura 8.- Nivel de ruido promedio, máximo y mínimo registrados en tres ferias organizadas en la ciudad de Ayacucho, 2014



$X^2 = 10.884$; $gl = 4$; $p = 0,028$

Figura 9.- Nivel de ruido promedio, máximo y mínimo registrados en los lugares de muestreo según tipos de la ciudad de Ayacucho, 2014



$X^2 = 14.668$; gl = 3; p = 0.002

Figura 10.- Nivel de ruido promedio, máximo y mínimo registrados en las cuatro áreas de zonificación de la ciudad de Ayacucho, 2014

V. DISCUSIÓN

1. En la Figura 3 se muestra los porcentajes que representan los tipos de lugares críticos identificados para su muestreo en el estudio, en los cuales se determinó el nivel de ruido en hora punta durante tres meses consecutivos (octubre, noviembre y diciembre del 2014). Se observa que el mayor número y porcentaje estuvo representado por discotecas y afines haciendo un total de 13 establecimientos, representando el 43.3% del total, en los que se determinó el nivel de ruido entre las 10 pm a 1 am. Para el caso de arterias o calles, representado principalmente por intersecciones de calles, se muestreó un total de 11 zonas, en las que se determinó el nivel de ruido durante las horas de mayor circulación vehicular (12 m a 1 pm). También se registró el nivel de ruido en dos mercados de abasto, Nery García Zárate, ubicado en la periferie de la ciudad de Ayacucho y en el mercado Carlos F. Vivanco que se halla dentro del centro histórico de la ciudad; ambos lugares representan el 6.7% del total de muestras tomadas. Finalmente, se registró el ruido en el aeropuerto Coronel FAP Alfredo Mendivil Duarte, durante el despegue de las naves de las empresas, Star Perú y LAN Perú, los que representan el 6,7 % de las muestras; y en dos ferias que se organizan eventualmente en la ciudad de Ayacucho, en días festivos.
2. En la Tabla 6 se muestra la ubicación geográfica de las 28 zonas muestreadas en la ciudad, a los cuales se les asignó coordenadas proyectadas en el sistema Universal Transversal de Mercator (UTM), por otro lado en la Tabla 2 se observa los valores promedio, mínimo y máximo del ruido registrado por el

sonómetro, por un tiempo de cinco minutos. En forma general en la referida, se observa que los valores de ruido promedio registrados superan fácilmente los 60, 70 y 80 dB, para el centro histórico y zonas residenciales, zona comercial e industrial, respectivamente, cabe resaltar que, los valores de la tabla en referencia incluso superan los valores máximos señalados de ruido en una ciudad, que de acuerdo a la ordenanza N°015-2007-MPH/A de la Municipalidad Provincial de Huamanga, corresponde a una zona industrial.

3. En la Tabla 7 y la Figura 4, se muestra los valores promedios, máximos y mínimos del ruido registrado en las 12 zonas identificadas como arterias (calles), siendo primordialmente representado por intersecciones. Se observa que los valores promedios hallados superan ampliamente los valores de 60 dB, es decir el 100% de las calles monitoreadas superan dicho valor, se da el mismo caso para el valor referencial de 70 dB, mientras que tomando como referencia 80 dB, el 83.3% de las calles presentan valores superiores. Por otro lado, considerando los valores referenciales como máximo para el centro histórico de la ciudad y zonas residenciales, así como para zonas comerciales e industriales, que son 60, 70 y 80 dB respectivamente (de acuerdo a la Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A), también son superadas en la mayoría de las calles; los valores mencionados son los considerados en el horario de 7:01 hasta 22:00 horas, mientras que entre las 22:01 hasta las 7:00 horas, los valores referenciales son de 50, 60 y 70 dB, tal como lo señala la Ordenanza Municipal referida de fecha 28 de marzo del 2007. Así mismo se observa que, las arterias en la cual los ruidos registrados son mayores, fueron las intersecciones de Jr. Asamblea con el Jr. Quinoa con un promedio de 89,5 dB y la intersección de Jr. Carlos F. Vivanco con el Jr. Tres Máscaras con un promedio de 89.8, sin embargo los valores de ruido del resto de puntos muestreados no se hallan muy lejanos, siendo la intersección del Jr. Manco Cápac con Jr. Asamblea y la Av. Cusco (1ra y 3ra cuadra) las que menor ruido presentaron con promedios de 79.1 y 75.1 dB, respectivamente; así mismo es necesario resaltar que si observamos los valores máximos registrados, presentan valores superiores a los promedios descritos, incluso en el caso de la intersección del Jr. Carlos F. Vivanco con el Jr. Tres Máscaras, llega a valores

que superan los 100 dB, debido seguramente a los malos hábitos de conducción, como es abuso y uso inadecuado de las bocinas o el claxon (33), que en el caso de nuestra ciudad se ha podido apreciar que se usa incluso para anunciar la disponibilidad de un vehículo a realizar el servicio de transporte, en el caso de taxis y ómnibus de servicio público, así como su uso cuando los vehículos se hallan detenidos a la esperan la luz verde en las intersecciones donde existe semáforos. Los valores de los niveles de ruido hallados, son alarmantes, debido a que aparte de superar lo señalado en la normativa ambiental de nuestro país, también superan valores referenciales dados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que consideran que ruidos por encima de 65 dB es el límite tolerable, así como los valores de 80 dB considerado como riesgoso y preocupantemente se aproximan a los 90 dB que es considerado como perjudicial (1). Con respecto al posible impacto negativo que está causando a los habitantes de la ciudad, los elevados valores de ruido hallados, se puede mencionar que es preocupante, ya que la gran mayoría se halla bajo influencia del problema, ya que las personas, necesariamente circulan por sus calle para poder trasladarse a sus hogares, lugares de trabajo, centros de estudio, etc., quedando expuestos a la acción de dichos ruidos por un corto tiempo y peor aún, si dichos lugares se hallan cercanos a los lugares con mayor ruido, se hallan bajo la acción de dicha contaminación en forma permanente. Se afirma que la contaminación por ruido constituye una problemática ambiental que se ha incrementado con el desarrollo tecnológico, comercial e industrial de la sociedad actual, exposición que puede provocar diferentes efectos en la salud y el bienestar de las personas, que van desde simples molestias hasta problemas clínicos no reversibles. En trabajadores y escolares puede afectar el rendimiento de los procesos cognitivos, tales como la lectura, la atención, y la memorización. Uno de los efectos más importantes por exposición a ruido es la pérdida de audición (hipoacusia), que puede ser reversible o permanente y que progresa lentamente de forma proporcional con la intensidad y duración de la exposición. Generalmente se caracteriza por acufenos, disminución de la capacidad de discriminación y distorsión de sonidos, cefalea, cansancio e irritabilidad (52), por lo que es de suponer que los

impactos negativos sobre los habitantes de la ciudad de Ayacucho se circunscriben a afectar negativamente su salud y consecuentemente disminuye su calidad de vida. Sin embargo también se menciona que el ruido al estar ligado a la percepción humana, se le atribuye en cierta medida un carácter subjetivo, es así que el ruido que emite una motocicleta de competencia o un concierto de rock, puede ser algo agradable para una persona, pero puede también significar un dolor de cabeza para otra. Sin embargo, sea cual sea la percepción personal de un ruido, es evidente que la exposición a niveles altos de ruido puede ser muy nocivo para la salud, siendo tal vez una de las consecuencias que se manifiesta en el tiempo, la pérdida de la capacidad auditiva se deteriora (temporal o permanentemente) en la banda comprendida entre 75 dB(A) y 125 dB(A) (52) (53). Al realizar la prueba de Kruska-Wallis con la finalidad de comparar los niveles de ruidos de las 12 calles/intersecciones, se halló que estadísticamente los valores promedios de ruido registrados, son similares, los resultados obtenidos probablemente se deba a que la principal fuente de ruido, es la que se genera por la rodadura de vehículos motorizados, así como la realidad en las 12 calles y/o intersecciones presentan la misma problemática descrita líneas arriba. Los niveles de ruido hallados en las calles de la ciudad de Ayacucho que fue de 75.1 a 89.8 dB, son ligeramente superiores a los reportados para la ciudad de Puyo en Ecuador y de Huacho en el Perú, para el caso de Puyo se reporta que se hallaron niveles comprendidos de 67.52 a 77.37 dB, mientras que para Huacho de 65 a 85 dB, resultados que probablemente se explican a que Ayacucho, presenta una ligera superioridad del número de habitantes, sin embargo no se debe descartar a otros factores relacionados con las características del vehículo y sobre todo lo relacionado con las acciones que desarrolla el conductor, como el uso inadecuado del claxon, la falta de mantenimiento del vehículo, la aceleración del vehículo innecesaria, etc., tal como lo manifiestan varios investigadores (38) (54) y (42).

4. En la Figura 5 se muestra los valores promedios, máximos y mínimos de ruido registrados en 13 locales calificados como discotecas y afines (en la que se incluyen centros recreacionales y bares), registrados entre las 10 pm a 1 a.m.

del día siguiente. Se observa que el 100% de los locales exceden largamente los valores referenciales de 60dB, así como los 70dB, considerados para el centro histórico y zonas residenciales, así como para zonas comerciales, donde se ubican prácticamente todos los locales muestreados: si se considera como valor referencial 80dB, correspondiente para zonas industriales, solo el 2.3% de los establecimientos presentan valores de ruido por debajo del mencionado. Cabe señalar que las discotecas, podría decirse más concurridas y que fueron incluidas en el muestreo se hallan concentradas en un área relativamente pequeña de la ciudad comprendida entre el Jirones 9 de Diciembre, Quinua, Los Andes y Mariscal Cáceres. Los mayores valores fueron registrados para la Discoteca Ukukus con valores promedios de 88.5 dB y para Perú Bar con 93.7 dB, cabe señalar que dichos valores altos se debe a que dichos establecimientos prácticamente colindan con la vía pública y en la que se pudo notar la no existencia de medios que minimicen el ruido, a parte de que seguramente existe contribución al ruido por el parque automotor que circula por calles aledañas y de otros locales similares que se ubican en zonas muy próximas. Por otro lado, los establecimientos que mostraron menores valores son las discotecas, “Caviar”, “Goas” y “Hot”, con valores medios de 79.7, 79.5 y 79.6 dB, respectivamente, esto debido a que dichos locales se hallan en el interior de las estructuras que ocupan que de cierta manera disminuyen el ruido que se puede registrarse en la vía pública, los valores hallados sobrepasan largamente los 50, 60 y 70 dB establecidos por la ordenanza municipal, para el horario de 22:01 a 07:00 horas . Cabe resaltar que el nivel de ruido y presión sonora, es con toda seguridad mucho mayor en el interior de dichos establecimientos, lo que incide en forma negativa en la salud de los asistentes a dichos medios de diversión; sin embargo, tal como lo sostiene (53), la percepción del ruido por el oído humano es en cierta medida de carácter subjetivo, es así que lo que ocurre con las personas que se hallan en ambientes donde se emite música con elevados niveles de presión sonora, es considerado como agradable, pero sea cual sea la percepción personal de un ruido, el efecto negativo va ser nocivo para la salud, manifestándose muy probablemente con el transcurso del tiempo, siendo lo más frecuente la disminución de la capacidad auditiva. Al realizar la prueba de

Kruskal-Wallis, con la finalidad de comparar los niveles de ruido en los 13 locales catalogados como discotecas y afines, se halló significancia estadística ($p < 0.05$), lo que se interpreta como que existen locales que emiten mayor ruido que otras, siendo claramente estas la discotecas “ukukus” y “Perú Bar”, mientras que los que emiten menor nivel son las discotecas “Caviar”, “Goas” y “Hot”. Los resultados hallados en la presente investigación, son semejantes a los hallados en la ciudad de Tumbes (15), en dicha investigación se reporta que los niveles hallados supera los 60 dB, alcanzando valores máximos de 80.1 dB.

5. En la Figura 6 se muestra los valores promedio, máximo y mínimo del nivel de ruido registrados en los dos mercados de abasto más importantes en la ciudad de Ayacucho, en este caso el mercado Nery García Zárate y Carlos F. Vivanco, se observa que los valores medios superan los establecidos como máximo para zonas consideradas como centro histórico, residencial y comercial, para horario diurno, para el caso del primero mencionado se registró valores de 79.2 dB y de 78.6 dB para el segundo. A diferencia de los casos anteriores, calles y discotecas, la fuente principal de ruido es el tránsito y la conversación de las personas, además de lo emitido por parlantes (propaganda), con la contribución de la circulación de vehículos por las arterias aledañas. Es por ello que en forma general, comparativamente, los valores registrados son relativamente menores a lo registrado en las calles y discotecas; sin embargo los valores promedio señalados son superiores a los tolerables por el oído humano, siendo los máximos superiores a los 80dB que la OMS considera como de riesgo, lo que obviamente estaría comprometiendo la salud de los usuarios y sobre todo de las personas que laboran en dichos lugares. Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis, para comparar los dos mercados de abastos, no se halló significancia estadística, por lo que se considera que dichos mercados son estadísticamente iguales en cuando al ruido registrado, pese a que en el primero de los mencionados se puede apreciar un mayor flujo de personas y actividad vehicular. No se pudo hallar los resultados de otras investigaciones en el cual se reporte el ruido en mercados o centros similares, por lo que no fue posible compararlos.

6. En la Figura 7, se muestra los valores medios, máximo y mínimo de los niveles de ruido registrado en el Aeropuerto "Coronel FAP Alfredo Mendivil Duarte", de la ciudad de Ayacucho durante el proceso de despegue de las aeronaves de las empresas LAN Perú y StarPaerú, en la que se puede apreciar que los valores medios hallados son del orden de 89 dB y de 87.7 dB, respectivamente, dichos valores son mucho más parecidos a los hallados en las calles e intersecciones, sin embargo debido a la naturaleza de la fuente de ruido en el aeropuerto, éste tiene el carácter de ser puntual en el tiempo, ya que el ruido se genera en el proceso de despegue de las aeronaves, que no abarca más de 10 minutos en los que se generan los máximos ruidos para luego reducirse ostensiblemente, no por ello se puede afirmar que no cause daño a las personas, al contrario, ese ruido que por su duración podría considerarse similar al de una explosión, tiene los mismo o mayores efectos negativos, más aun considerando que en dicho aeropuerto se registra un flujo de aeronaves que comienza en aproximadamente a las 6:30 horas, 14:00 a 15:00 horas y para concluir el día entre las 17:00 a 18:00 horas. En cuanto al impacto que podría estar causando en la población Ayacuchana, éste se estaría centralizando en los habitantes que tienen sus domicilios en zonas aledañas al aeropuerto y la pista de aterrizaje, como son las urbanizaciones de Pio Max, Progreso y las que se hallan al Cementerio General de la ciudad, ya que los niveles de ruido que podría emitir una aeronave en el momento del aterrizaje y despegue puede superar fácilmente los 100 dB (35). Al realizar la comparación de los niveles de ruido registrados en el despegue de las aeronaves de las dos empresas mediante la prueba de Kruskal-Wallis, no se halló significancia estadística ($p > 0.05$), siendo por lo tanto los niveles de ruido semejantes. Los valores de ruido registrados en este trabajo de investigación son superiores a los hallados en el distrito de Bellavista el que se halla cercano al aeropuerto Internacional Jorge Chavez (13).
7. En la Figura 8, se muestra los valores medios, máximo y mínimo de los niveles de ruido registrados en tres ferias organizadas en la ciudad de Ayacucho. Se observa que se registraron niveles de hasta 102.2 dB en la Alameda Valdelirios, de 91.0 dB en el Centro Artesanal Shosaku Nagase y de 69.1 dB

en la Plazoleta María Parado de Bellido, como se podrá notar el nivel de ruido incluso sobrepasa a lo registrado en las calles, discotecas, mercados y aeropuerto, llegando a niveles que se podría considerar como perjudicial en la que dicho contaminante se podría considerar como molesta e irritante (47), lo que trae consecuencias negativas a los habitantes que concurren y trabajan en dichos eventos, sumado a ello a aquellos que habitan en lugares aledaños, tal como se sostiene en párrafos anteriores. Llama la atención que en eventos similares, como la que se dio en lugares diferentes a la Alameda Valdelirios, presentaron valores menores, como es el caso de la Plazoleta María Parado de Bellido, de lo que se pudo observar, lo mencionado se debe a que se emplearon diferentes equipos de sonido (por su tamaño y número de emisores), es así que en la Alameda Valdelirios al ser un lugar abierto seguramente con la finalidad de ser “escuchados” se emplearon una mayor número de parlantes y de mayor tamaño, en comparación con lo empleado en otras ferias como en el caso del Centro Artesanal, en el que se observó un solo parlante, esto probablemente a que dicho local es cerrado, realidad semejante se observó en la Plazoleta Bellido. Realidad semejante se pudo determinar en las actividades sociales desarrolladas en la ciudad de Tumbes, en la que se registró niveles de ruido que van desde 80 dB hasta un poco más de 100 dB, como en los desfiles organizados para conmemorar fechas del calendario cívico escolar (desfiles cívico militares) (15); que a diferencia de lo registrado en Ayacucho, hubo la presencia de bandas escolares y militares. Como ya se mencionó anteriormente, los niveles de ruido sobrepasan lo permitido consecuentemente afectan negativamente la salud y bienestar de las personas. En base a lo mencionado es necesario que las autoridades competentes, en este caso, el primero de los llamados, es la Municipalidad Provincial de Huamanga, debe tomar medidas que permita reducir los niveles de ruidos, en este caso, lo primero que debería de realizar es el monitoreo frecuente del ruido en la ciudad de Ayacucho y hacer cumplir las sanciones estipuladas en la Ordenanza Municipal N° 15-2007-MPH/A, complementadas con la sensibilización y educación ambiental dirigida la ciudadanía en general (55).

8. En la Figura 9 se muestra los valores promedios de los niveles de ruido registrados en la ciudad de Ayacucho, según el tipo de área monitoreada, en este caso se consideró arterias (calles), discotecas y afines, mercados, aeropuerto y ferias, con la finalidad de determinar qué tipo y/o actividad generan mayores niveles de ruido. En ese contexto se puede apreciar que los mayores valores promedios fueron registrados en el aeropuerto con un valor de 88.4 dB, seguido de las ferias con 87.4 dB y 83.3 dB tanto para arterias como para discotecas, siendo los mercados los que menor registro mostraron con promedio de 78 dB. Al realizar la comparación estadística mediante la prueba de Kruskal-Wallis, se halló significancia estadística ($p < 0.05$), por lo tanto se puede afirmar que los niveles de ruido son diferentes según, como se clasificó, tipos. Como se puede apreciar dichos valores superan los máximos permitidos recomendados y regulados en la norma ambiental como la Ordenanza Municipal y el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM con el cual se aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruidos, consecuentemente existe un peligro latente de impacto negativo sobre los habitantes de la ciudad de Ayacucho.
9. Finalmente en la Figura 10 se muestra los valores medios, máximo y mínimo de ruido en la ciudad de Ayacucho, según la zonificación (centro histórico, residencial, comercial y otros). Se observa que se registraron niveles que van desde 82.3, correspondiente a la zona comercial, hasta 90.1 correspondiente a otros, en la que se incluye el aeropuerto. Es importante resaltar que los valores mencionados superan largamente los máximos mencionados en la Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A y el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruidos, tanto para el horario diurno como para el nocturno.

VI. CONCLUSIONES

1. Se registró los niveles de ruidos en cinco tipos o lugares de muestreo, siendo estas en mayor número discotecas representando el 43,3% del total, seguido de arterias (calles) con un 40%, seguido en menor porcentaje de mercados, aeropuerto y ferias, que representan el 6,7 para los dos primeros mencionados y de 3,3% para ferias.
2. La ubicación de las discotecas se centra en una pequeña área de la ciudad de Ayacucho, la que está limitado por los jirones Asamblea, Quinua, Los Andes y Manco Capac.
3. Los niveles de ruido registrado en el 100% de las 12 arterias (calles) muestreadas supera los 60 dB que es el valor referencial máximo para el Centro Histórico de la ciudad y zonas residenciales en horario diurno (Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A y el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruidos), siendo estos valores estadísticamente iguales ($p > 0.05$) en las zonas muestreadas, lo que nos indica de la existencia de contaminación sonora en dichos lugares.
4. Los niveles de ruido registrados en discotecas y afines superar los valores máximos referenciales de 70 dB y 60 dB considerado para zonas comerciales en el horario nocturno y nocturno respectivamente (Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A y el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruidos), por lo que existe contaminación sonora en los lugares aledaños a dichos locales.

5. Los niveles de ruido registrados en los dos mercados de abasto de la ciudad de Ayacucho, supera los valores máximos referenciales de 70 dB y 60 dB para, considerado para zonas comerciales en horario diurno y nocturno respectivamente (Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A y el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruidos), por lo que existe contaminación sonora.
6. Los niveles de ruido registrado en las inmediaciones de la pista de aterrizaje del Aeropuerto "Coronel FAP Alfredo Mendivil Duarte" superan los valores referenciales máximos de 70 dB y 80 dB considerado para zonas industriales (Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A y el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruidos), sin embargo dichos valores son puntuales en el tiempo, durando el tiempo que demora una aeronave en devolar (5 a 10 minutos).
7. Los niveles medios de ruido registrados en tres ferias organizadas dentro de la ciudad de Ayacucho superan los valores máximos referenciales de 60 dB y 50 dB considerados para el Centro Histórico y zonas residenciales (Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A y el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruidos), por lo que existe en dichos lugares existe contaminación sonora.
8. De acuerdo a las zonas monitoreadas (según la principal actividad que en ella se desarrolla), los niveles de ruido estadísticamente son diferentes ($p < 0,05$), siendo el aeropuerto el que mayor valor presenta, seguido de las ferias, arterias y discotecas, presentando valores que superan los 80 dB y 70 dB considerados para zonas industriales en horario diurno y nocturno respectivamente (Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A y el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruidos).
9. De acuerdo a la zonificación de la ciudad de Ayacucho, en el Centro Histórico y la zona residencial los ruidos registrados superan los máximos considerados, al igual que en la zona comercial y los considerados como otros.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios sobre el efecto de los ruidos generados en la ciudad de Ayacucho en la salud física y mental de sus habitantes, considerando aspectos como ocupación, tipo de transporte que emplea, lugar de residencia y centro de labores.
2. Realizar estudios sobre la percepción del ruido por las personas, considerando la zonificación de nuestra ciudad.
3. Realizar diagnósticos de la capacidad auditiva de las personas en relación con relación al tipo de ocupación que desempeña.
4. Las municipalidades involucradas deben realizar campañas de sensibilización a los propietarios y conductores de los establecimientos nocturnos discotecas y las unidades vehiculares que se desplazan por las arterias de la ciudad de Ayacucho, las que podría ser mediante el empleo de medios de comunicación masiva como radio y televisión local, así como mediante programas de educación ambiental no formal, a fin de que los ruidos que generen sea lo menor posible.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

1. Parga, Manuel Erazo y Rocío Cárdenas Romero. 2013. *Ecología: Impacto de La Problemática Ambiental Actual Sobre La Salud Y El Ambiente*. ECOE EDICIONES.
2. Palacios EKKM, Arcentales LQ, Flórez LH, Gutiérrez JC, Castañeda VR, Forero CR. Efectos auditivos y neuropsicológicos por exposición a ruido ambiental en escolares, en una localidad de Bogotá, 2010. *Rev Salud Pública*. 27 de febrero de 2013;15(1):116-28.
3. Estrada-Rodríguez C, Mendez. Impacto del ruido ambiental en estudiantes de educación primaria de la Ciudad de México. *Rev Latinoam Med Conduct* [Internet]. 2010 [citado 2 de diciembre de 2015];1(1). Recuperado a partir de: <http://journals.iztacala.unam.mx/index.php/RLMC/article/view/23/25>
4. Rodríguez C. Niveles sonoros en discotecas y actividades sociales en el distrito de Tumbes. [Tumbes Perú]: Universidad Nacional de Tumbes; 2010.
5. León R. Caracterización de la contaminación sonora y su influencia en la calidad de vida en los pobladores del centro de la ciudad de Huacho, 2010 – 2011 [Tesis de Posgrado]. [Huacho Perú]: Universidad Nacional José Faustino Sánchez; 2010.
6. Lobos V. Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt. Universidad Austral de Chile; 2008.
7. Reyes H. Estudio y plan de mitigación del nivel de ruido ambiental en la zona urbana de la ciudad de Puyo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2011.
8. Abbaspour M, Karimi E, Nassiri P, Monazzam MR, Taghavi L. Hierarchal assessment of noise pollution in urban areas – A case study. *Transp Res Part Transp Environ*. enero de 2015;34:95-103.
9. Cohen P, Potchter O, Schnell I. The impact of an urban park on air pollution and noise levels in the Mediterranean city of Tel-Aviv, Israel. *Environ Pollut Barking Essex* 1987. diciembre de 2014;195:73-83.

10. Platzer M U, Iñiguez C R, Cevo E J, Ayala R F. Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello. Sociedad Chilena de Otorrinolaringología, Medicina y Cirugía de Cabeza y Cuello; agosto de 2007;67(2):122-8.
11. Pacheco J, Franco JF, Behrentz E. Noise Pollution in Bogotá City: A Pilot Study. Rev Ing. Revista de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes.; 2009;(30):72-80.
12. Guzmán Piñeiro R, Barceló Pérez C. Estimación de la contaminación sonora del tránsito en Ciudad de La Habana, 2006. Rev Cuba Hig Epidemiol. 1999, Editorial Ciencias Médicas; 2008;46(2).
13. Barreto C. Contaminación por ruido de aeronaves en Bellavista - Callao. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2007.
14. Gayoso MA. Riesgo de pérdida de la agudeza auditiva asociada al ruido en los pilotos de la Policía Nacional del Perú durante el periodo 2008 – 2011. The Americas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2013.
15. Rodríguez C. Niveles sonoros en discotecas y actividades sociales en el distrito de Tumbes. Universidad Nacional de Tumbes; 2010.
16. León R. Caracterización de la contaminación sonora y su influencia en la calidad de vida en los pobladores en el centro de la ciudad de Huacho. Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrión; 2012.
17. Aucasime A. Niveles de ruido en las calles de la ciudad de Ayacucho. Enero - junio 2004. Universidad nacional de San Crsitóbal de Huamanga; 2004.
18. Jiménez BE. La Contaminación Ambiental en México. Editorial Limusa; 2001. 200 p.
19. Cabrerizo DMA, Antón DMAJBJL, Bozal JLA, Pérez JB. Física y Química 4 ESO. Editex; 2008. 282 p.
20. González Cabrera VM. Física Fundamental. Editorial Progreso; 1996. 418 p.
21. Kane JW, Sternheim MM. Física. Reverte; 1989. 828 p.
22. Harris CM. Manual de medidas acústicas y control de ruido. 3ª ed. Madrid, España: Editorial Mc Graw-Hill; 1995. Cap. 47, 50 y 54.
23. Veira Veira, Pablo Castellanos García, Jose Antonio López Rey, Santiago González Míguez, Celia Muñoz Goy, José Atilano Pena López, and José Manuel Sánchez Santos. 2010. *Impacto social de la contaminación acústica de las infraestructuras lineales en España*. España: Netbiblo.
24. Gallardo, M. Los oídos envejecen antes a causa de ruido. Revista Salud, Estados Unidos. marzo de 1999;

25. Rasmussen Hans C. Seminario técnico administrativo del ruido causado por fuentes móviles (tráfico rodado). 1995.
26. Campos Gómez I. Saneamiento Ambiental. EUNED; 2000. 248 p.
27. Barreto Davila CN. Contaminación por ruido de aeronaves en Bellavista - Callao. Univ Nac Mayor San Marcos Programa Cybertesis PERÚ. 2007;
28. Valenzuela Bravo, María Teresa. 2010. "Medición de Ruido En Áreas Biolimpías de Manejo de Agentes Antineoplásicos." *Instituto de Salud Pública de Chile*.
29. Felipe Sexto, Luis. 2005. "¿Cómo elegir un sonómetro?" Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría Ciudad de La Habana, Cuba.
30. Salvador L. Implementación y evaluación de un sistema virtual de evaluación de ruido. [México D.F]: Instituto Politécnico Nacional; 2009.
31. García Repetto A, Repetto Jiménez MÁ, Repetto Jiménez E. El estudio de la contaminación acústica en la Educación Secundaria Obligatoria. El Guinguada Las Palmas Gran Canar Serv Publicaciones Univ Las Palmas Gran Canar 1984- ISSN 0213-0610 N4-5 1993-94 P 289. 1993;
32. Domingo RB. Acústica medioambiental. Vol. I, Volume 1. Editorial Club Universitario; 2010. 288 p.
33. Morales J. Estudio de la influencia de determinadas variables en el ruido urbano producido por el tráfico de vehículos. Universidad Politécnica de Madrid; 2009.
34. Flores RC, Reyes LH, Guzmán VDH. Ecología y medio ambiente / Ecology and Environment. Cengage Learning Latin America; 2008. 232 p.
35. García A. La Contaminación Acústica. Universitat de València; 1988.
36. Mihelcic JR. Fundamentos de ingeniería ambiental. Limusa; 2001. 384 p.
37. Goyenechea CM. Ruido y estrés ambiental. Ediciones Aljibe; 2002. 111 p.
38. Otárola Merino F, Otárola Zapata F, Finkelstein Kulka A. Ruido laboral y su impacto en salud. Cienc Trab. 2006;8(20):47-51.
39. López A, Meneses M. Ciencia y tecnología del medioambiente. Editorial UNED; 2012. 384 p.
40. Marful SFE. Ecología acústica y educación: Bases para el diseño de un nuevo paisaje sonoro. Grao; 2006. 193 p.
41. Tzivian L, Winkler A, Dlugaj M, Schikowski T, Vossoughi M, Fuks K, et al. Effect of long-term outdoor air pollution and noise on cognitive and

- psychological functions in adults. *Int J Hyg Environ Health*. enero de 2015;218(1):1-11.
42. Ribas J de P. Ingeniería ambiental: contaminación y tratamientos. Marcombo; 1989. 148 p.
 43. Orellano J. Introducción a la ingeniería ambiental. Alfaomega; 2002. 133 p.
 44. Gutierrez G. Principios de anatomía fisiología e higiene: educación para la salud. Editorial Limusa; 1995. 309 p.
 45. Vincent P. El cuerpo humano. Reverte; 1981. 511 p.
 46. Iglesias AM. Salud Ambiental. Ministerio de Educación; 1995. 292 p.
 47. Andaluz C. Manual de derecho ambiental. 4ta edició. IUSTITIA, editor. Lima, Perú; 2013. 1066 p.
 48. Congreso de la Republica. Ley General del Ambiente. Ley N° 28611. Ministerio. Perú; 2005.
 49. Congreso de la República del Perú. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM. Perú; enero de 2003;
 50. “Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A.” 2007. *Municipalidad Provincial de Huamanga*. <http://www.munihuamanga.gob.pe/index.php/normas-legales/ordenanzas-municipales>.
 51. Municipalidad Provincial de Huamanga. Ordenanza Municipal N° 015-2007-MPH/A. Palacio Mu. marzo de 2007;
 52. Quiroz-Arcentales L, Hernandez-Florez L, Corredor Gutierrez J, Risco-Castañeda V, Rugeles-Forero C, Medina-Palacios K. Efectos auditivos y neuropsicológicos por exposición a ruido ambiental en escolares, en una localidad de Bogotá, 2010. *Rev Salud Pública*. 2013;15(1):116-28.
 53. Miño M. Estudio de prevalencia de hipoacusia inducida por el ruido en trabajadores de la empresa Novacero, Planta Lasso, durante los años 2007 al 2010. Pontifica Universidad del Ecuador; 2011.
 54. Morales Pérez J, Fernández Gómez J. Discriminant analysis of some variables that impact acoustic contamination caused by urban traffic in a big city. *Rev Ing Univ Medellín*. Universidad de Medellín; 2012;11(21):13-22.
 55. Giordan A. Educación ambiental: principios de enseñanza y aprendizaje. Los Libros de la Catarata; 1993. 190 p.

A N E X O

Anexo 1

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar el tipo de distribución de los datos de los niveles de ruido

		Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		Valor mínimo del ruido (dB)	Valor promedio del ruido (dB)	Valor máximo del ruido (dB)
N		90	90	90
Parámetros normales ^{a,b}	Media	76,907	83,492	90,031
	Desviación estándar	5,9496	6,2426	8,5519
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,096	,101	,099
	Positivo	,094	,101	,099
	Negativo	-,096	-,069	-,058
Estadístico de prueba		,096	,101	,099
Sig. asintótica (bilateral)		,039 ^c	,024 ^c	,029 ^c

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

Anexo 2

Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido promedio de doce arterias e intersecciones en la ciudad de Ayacucho, 2014

Rangos			
	Arterias	N	Rango promedio
Valor promedio del ruido (dB)	I	3	15,33
	II	3	15,00
	III	3	15,00
	IV	3	18,33
	V	3	20,67
	VI	3	10,00
	VII	3	24,50
	VIII	3	29,33
	IX	3	20,00
	X	3	23,00
	XI	3	5,00
	XII	3	25,83
	Total	36	

Estadísticos de prueba^{a,b}			
	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintótica
Valor promedio del ruido (dB)	14,155	11	,225

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Arterias

Anexo 3

Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido máximo registrados en doce arterias e intersecciones en la ciudad de Ayacucho, 2014

Rangos			
Arterias		N	Rango promedio
	I	3	19,00
	II	3	12,33
	III	3	12,83
	IV	3	18,50
	V	3	20,83
	VI	3	10,17
Valor máximo del ruido (dB)	VII	3	21,83
	VIII	3	26,67
	IX	3	17,83
	X	3	23,33
	XI	3	9,17
	XII	3	29,50
	Total	36	

Estadísticos de prueba^{a,b}			
	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintótica
Valor máximo del ruido (dB)	12,3068006	11	0,3410294

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Arterias

Anexo 4

Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido promedio de trece locales de discotecas y afines en la ciudad de Ayacucho, 2014

Rangos			
Discotecas y afines		N	Rango promedio
Valor promedio del ruido (dB)	I	3	19,00
	II	3	19,17
	III	3	12,17
	IV	3	9,00
	V	3	8,83
	VI	3	12,50
	VII	3	16,00
	VIII	3	28,17
	IX	3	27,33
	X	3	23,50
	XI	3	13,83
	XII	3	32,50
	XIII	3	38,00
Total		39	

Estadísticos de prueba^{a,b}			
	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintótica
Valor promedio del ruido (dB)	23,830	12	,021

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Discotecas y afines

Anexo 5

Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido máximo registrados en trece locales de discoteca y afines de la ciudad de Ayacucho, 2014

Rangos			
Discotecas y afines		N	Rango promedio
Valor máximo del ruido (dB)	I	3	19,00
	II	3	20,67
	III	3	14,00
	IV	3	14,67
	V	3	12,50
	VI	3	9,00
	VII	3	11,83
	VIII	3	26,83
	IX	3	23,00
	X	3	22,17
	XI	3	13,33
	XII	3	36,00
	XIII	3	37,00
	Total	39	

Estadísticos de prueba^{a,b}			
	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintótica
Valor máximo del ruido (dB)	22,157	12	,036

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Discotecas y afines

Anexo 6

Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido promedio registrados en dos mercados de abasto de la ciudad de Ayacucho, 2014

Rangos

Mercados		N	Rango promedio
Valor promedio del ruido (dB)	I	3	4,00
	II	3	3,00
	Total	6	

Estadísticos de prueba^{a,b}

	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintótica
Valor promedio del ruido (dB)	0,429	1	0,513

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Mercados

Anexo 7

Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido medio en el despegue de las aeronaves de dos empresas aéreas en el aeropuerto de la ciudad de Ayacucho, 2014

Rangos			
Empresas aéreas		N	Rango promedio
Valor promedio del ruido (dB)	I	3	3,50
	II	3	3,50
	Total	6	

Estadísticos de prueba^{a,b}			
	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintótica
Valor promedio del ruido (dB)	,000	1	1,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Empresas aéreas

Anexo 8

Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido máximo registrados en cinco lugares de muestreo en la ciudad de Ayacucho, 2014

Rangos			
Lugares de muestreo		N	Rango promedio
Valor máximo del ruido (dB)	Arterias	36	48,18
	Discotecas y afines	39	39,51
	Mercados	6	35,75
	Aeropuerto	6	74,50
	Ferías	3	52,67
	Total	90	

Estadísticos de prueba^{a,b}			
	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintótica
Valor máximo del ruido (dB)	10,884	4	,028

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Lugares de muestreo

Anexo 9

Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el nivel de ruido promedio registrados en cinco zonas en la ciudad de Ayacucho, 2014

Rangos			
Zonificación de la ciudad		N	Rango promedio
	Centro	48	39,81
	Histórico		
	Residencial	21	46,05
Valor promedio del ruido (dB)	Comercial	12	44,33
	Otros	9	76,11
	Total	90	

Estadísticos de prueba^{a,b}			
	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintótica
Valor promedio del ruido (dB)	14,668	3	,002

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Zonificación de la ciudad

Anexo 10

Registro fotográfico del proceso de toma de datos



Registro de los niveles de ruido en el Mercado Nery García Zárate



Registro de los niveles de ruido en la pista de aterrizaje del Aeropuerto Coronel FAP Alfredo Mendivil Duarte



Registro de los niveles de ruido en el Óvalo de la Magdalena



Registro de los niveles de ruido en la primera cuadra de la Av. Mariscal Castilla



Registro de los niveles de ruido en la intersección de los Jr. Dos de Mayo y Carlos F. Vivanco (Cinco Esquinas)



Registro de los niveles de ruido en una feria



Sonómetro utilizado en la investigación

ANEXO 11

Mapa de ubicación de los puntos de muestreo del ruido en la ciudad de Ayacucho

ANEXO 12

PARQUE AUTOMOTOR EN CIRCULACIÓN A NIVEL NACIONAL, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2004 - 2012

Departamento	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total	1 361 403	1 440 017	1 473 530	1 534 303	1 640 970	1 732 834	1 849 690	1 979 865	2 137 837
Amazonas	1 975	2 020	2 103	2 168	2 218	2 292	2 390	2 407	2 400
Áncash	19 293	19 382	19 757	20 354	21 001	21 309	22 086	23 322	25 418
Apurímac	3 730	3 816	3 879	3 916	3 934	3 973	3 969	3 966	4 039
Arequipa	78 858	79 544	81 293	84 829	91 674	98 270	106 521	118 985	134 533
Ayacucho	3 882	3 919	3 969	4 153	5 404	5 572	5 716	5 784	5 941
Cajamarca	8 882	9 501	10 256	11 255	12 383	13 563	15 107	17 320	19 673
Cusco	35 342	35 705	36 204	37 592	39 688	42 175	45 090	48 491	53 675
Huancavelica	1 043	1 061	1 080	1 103	1 216	1 291	1 319	1 317	1 323
Huánuco	10 968	10 886	10 836	10 892	11 255	11 382	11 864	12 576	13 476
Ica	22 692	22 753	22 834	23 170	25 498	25 691	26 135	26 419	26 551
Junín	43 468	43 648	44 454	46 091	47 769	49 404	51 094	53 118	56 237
La Libertad	97 590	153 777	152 847	153 251	155 411	156 646	158 672	162 026	167 325
Lambayeque	37 967	38 263	38 744	39 930	41 920	43 689	45 881	49 440	53 902
Lima 1/	866 881	885 636	912 763	957 368	1 036 850	1 106 444	1 195 353	1 287 454	1 395 576
Loreto	5 336	5 286	5 215	5 154	5 132	5 089	5 089	5 211	5 313
Madre de Dios	823	819	827	870	913	941	986	1 027	1 062
Moquegua	9 417	9 622	10 394	11 418	12 202	12 692	13 348	14 003	14 608
Pasco	4 772	5 232	5 514	6 075	6 807	7 187	7 351	7 292	7 238
Piura	31 731	31 734	31 828	32 314	33 497	34 650	36 367	39 099	42 404
Puno	25 642	25 874	26 452	28 062	29 889	31 645	34 169	37 074	40 543
San Martín	10 277	10 156	10 033	9 969	9 917	9 977	10 151	10 418	10 926
Tacna	30 549	31 119	32 011	33 944	35 911	38 457	40 465	42 318	44 430
Tumbes	2 958	3 009	3 025	3 042	3 040	3 054	3 086	3 119	3 257
Ucayali	7 327	7 255	7 212	7 383	7 441	7 441	7 481	7 679	7 987
Nota : Información estimada, considera la tasa de baja anual.									
1/ Incluye la Provincia Constitucional del Callao.									
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Oficina General de Planificación y Presupuesto.									

ANEXO 13

Matriz de consistencia

TÍTULO: Niveles de ruido y su impacto ambiental en la ciudad de Ayacucho y provincia de Huamanga					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	MARCO TEÓRICO	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA PRINCIPAL ¿Cuál es el nivel de ruido y su impacto ambiental en la ciudad de Ayacucho?</p> <p>PROBLEMAS SECUNDARIOS a. ¿Cuál es el nivel de ruido ambiental en los puntos críticos de la ciudad de Ayacucho generados por la circulación vehicular? b. ¿Cuál es el nivel de ruido ambiental registrado en los lugares de aglomeración humana como discotecas, mercados, ferias y centros de recreación?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Evaluar el nivel de ruido y su impacto ambiental en la ciudad de Ayacucho</p> <p>PROBLEMAS SECUNDARIOS c. Determinar el nivel de ruido ambiental en los puntos críticos de la ciudad de Ayacucho generados por la circulación vehicular d. Determinar el nivel de ruido ambiental registrado en los lugares de aglomeración humana como discotecas, mercados, ferias y centros de recreación</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL Los niveles de ruido y su impacto ambiental en la ciudad de Ayacucho son diferentes en las diferentes zonas de muestreo</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS a. El nivel de ruido ambiental en los puntos críticos de la ciudad de Ayacucho generados por la circulación vehicular son diferentes según la magnitud de flujo vehicular b. El nivel de ruido ambiental registrado en los lugares de aglomeración humana como discotecas, mercados, ferias y centros de recreación son de diferente magnitud.</p>	<p>El sonido, características y propiedades de Medios de propagación El ruido, características Formas de medición del ruido El sonómetro, tipos La contaminación acústica Efecto de la exposición al ruido Anatomía del oído en el hombre Marco legal</p>	<p>a. Nivel de ruido Indicador: Presión sonora (dB) b. Lugares críticos en los distritos urbanos de la provincia de Huamanga Indicador: Intersección de calles, lugares públicos (discotecas, mercados, etc.) c. Lugares de aglomeración humana Indicador: Lugares</p>	<p>Tipo de investigación: Descriptivo Nivel de investigación: Básica descriptiva</p> <p>Método: Aplicativo y analítico</p> <p>Diseño: Transversal de una sola casilla</p> <p>Muestreo: Aleatoria</p> <p>Técnicas: Observación Determinación Entrevista</p> <p>Instrumentos: Encuesta Sonómetro GPS</p>