

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

**DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN SONORA EMITIDA POR
EL TRÁFICO VEHICULAR QUE PERMITA PROPONER MEDIDAS
CORRECTIVAS AL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN
EL DISTRITO DE TACNA, 2010.**

TESIS

Presentada por:

Prof. MAURO CLAROS LIMACHE LUQUE

Para optar el Grado Académico de:

**MAESTRO EN CIENCIAS (*MAGÍSTER SCIENTIAE*) CON
MENCION EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO
SOSTENIBLE**

**TACNA - PERÚ
2011**

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

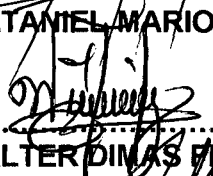
DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN SONORA EMITIDA POR EL TRÁFICO VEHICULAR QUE PERMITA PROPONER MEDIDAS CORRECTIVAS AL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE TACNA, 2010.

Tesis sustentada y aprobada el 21 de junio del 2011, estando integrado el Jurado calificador por:

PRESIDENTE


.....
MSc. NATANIEL MARIO LINARES GUTIÉRREZ

SECRETARIO


.....
Mgr. WALTER DIMAS FLOREZ PONCE DE LEÓN

MIEMBRO


.....
Mgr. CARLOS HUISA CCORI

ASESOR


.....
MSc. ALBERTO SABINO PACHECO PACHECO

DEDICATORIA

A quienes me enseñaron a nadar contra la corriente.

A quienes no me enseñaron la vereda, sino a buscarla.

A mi hermano Leonidas por su perseverancia, pujanza, por su lucha permanente en la superación, por su guía y ejemplo.

A mis hijos que me dan la fuerza para seguir luchando.

A Jesús, el Hijo de Dios por ser mi sentido de vida.

A mis padres, porque me dieron la vida.

A mi vida, porque le da sentido a mi vida.

A mis amigos, por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Mil palabras no bastarían para agradecerles con su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud, principalmente está dirigida a Dios Todopoderoso por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de esta maestría.

Igualmente deseo agradecer muy profundamente a todos los organismos y personas naturales que hicieron posible la realización de la misma, entre los que debo mencionar:

- A nuestra Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, por haberme dado la oportunidad de ingresar al sistema de Educación Superior y cumplir este gran sueño.
- A todos los docentes de Maestría quienes de una u otra forma han colocado un granito de arena en mi formación profesional y por ende, para el logro de esta Tesis de Grado, agradezco de forma sincera su valiosa colaboración.
- A mi asesor de tesis Dr. Alberto Sabino Pacheco Pacheco, por su tiempo y consejos dedicados a mi persona durante el desarrollo de esta Tesis.

El Autor

CONTENIDO

| | Página |
|----------------|---------------|
| Dedicatoria | i |
| Agradecimiento | ii |
| Contenido | iii |
| Resumen | vii |
| Abstract | ix |

INTRODUCCIÓN

| | |
|--------------|---|
| Introducción | 1 |
|--------------|---|

CAPÍTULO I

UBICACIÓN DEL ESTUDIO

| | |
|----------------------------|---|
| 1.1. Ubicación del estudio | 4 |
|----------------------------|---|

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

| | |
|---------------------------------|----|
| 2.1. Planteamiento del problema | 6 |
| 2.2. Descripción del problema | 10 |

| | |
|---|----|
| 2.3. Justificación e importancia del problema | 15 |
| 2.3.1. Justificación de la investigación | 15 |
| 2.3.2. Importancia del problema | 17 |
| 2.3.3. Formulación del problema | 18 |
| 2.4. Objetivos del estudio de investigación | |
| 2.4.1. Objetivo general | 18 |
| 2.4.2. Objetivos específicos | 19 |
| 2.5. Hipótesis | 19 |
| 2.6. Operacionalización de variables | 20 |

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

| | |
|----------------------------------|----|
| 3.1. Antecedentes | 22 |
| 3.2. Teorías y conceptos | 25 |
| 3.2.1. Contaminación acústica | 25 |
| 3.2.2. Sonido | 27 |
| 3.2.3. El ruido urbano ambiental | 29 |
| 3.2.4. Potencia sonora | 30 |
| 3.2.5. Presión sonora | 31 |
| 3.2.6. Ponderaciones | 40 |
| 3.2.7. Medición del ruido | 43 |
| 3.2.8. Congestión vehicular | 47 |

| | |
|---|----|
| 3.2.9. Contaminación acústica generada por el tráfico vehicular | 49 |
| 3.2.10. Efectos del ruido en el ser humano | 50 |
| 3.3. Marco legal | 56 |

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

| | |
|---|----|
| 4.1. Diagnóstico | 61 |
| 4.2. Tipo y diseño de la investigación | 62 |
| 4.3. Equipo y procedimiento de medición | 63 |
| 4.3.1. El sonómetro | 63 |
| 4.3.2. Procedimiento para establecer límites | 67 |
| 4.4. Población y muestra | 70 |
| 4.5. Métodos y técnicas de recolección de información | 73 |

CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

| | |
|---|----|
| 5.1. Presentación de los datos de campo | 77 |
| 5.1.1. Presentación y análisis de la contaminación sonora | 77 |
| 5.1.2. Presentación y análisis de la encuesta subjetiva | 84 |

CAPÍTULO VI

PROPUESTA DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL CONTROL DE RUIDO

| | |
|--------------------------------|-----|
| 6.1. Introducción | 102 |
| 6.2. Parque automotor de Tacna | 104 |

| | |
|---|------------|
| 6.3. Legislación ambiental peruana e intensidad de tráfico | 109 |
| 6.4. Propuesta de directivas correctivas al sistema de gestión ambiental sobre ruido en la ciudad de Tacna(cercado) | 113 |
| 6.4.1. Propuesta de auditoría a la gestión del ruido vehicular urbano | 114 |
| 6.4.2. Mapa de ruido | 120 |
| 6.4.3. Propuesta de modelo de ordenanza sobre ruidos | 126 |
| 6.4.4. Contrastación de hipótesis | 133 |
| CONCLUSIONES | 135 |
| RECOMENDACIONES | 137 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 139 |
| ANEXOS | 145 |

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo de investigación, parte, del problema generado en estos últimos años en que se ha incrementado el parque automotor estimulado por una disposición (CETICOS – TACNA) que facilita la importación de vehículos usados, que en el 2009 (01-01-2009 al 31-03-2009) habían 55 079 unidades generando un flujo por vía o calle en un momento dado de 2295 vehículos/h, que al pasar por la zona de estudio arroja una emisión de ruido que oscila entre 78 y 87 dB(A), valores que exceden los límites permisibles nacionales e internacionales que es de 55 a 65 dB(A). Estos resultados guardan estrecha relación con los resultados de la encuesta subjetiva, así en la pregunta 1, el 100 % de los encuestados manifiestan ser afectados por el ruido vehicular en sus actividades diarias en la Avenida. Bolognesi; en la pregunta 3, el 50 % califican al ruido vehicular como molesto; en la pregunta 4, el 83 % manifiestan que el ruido vehicular ha afectado su salud; en la pregunta 6, el 99 % manifiestan que es necesario controlar el ruido vehicular, debido a que ya hay una conciencia ciudadana en cuanto a este flagelo ambiental, por lo tanto, existe contaminación sonora en la ciudad de Tacna

(cercado); en la pregunta 8, el 80 % manifiestan que no saben que el país tiene normas que controlan el ruido vehicular; en la pregunta 9, el 79 % no saben de la existencia de una ordenanza municipal que controla la emisión de ruido vehicular en la ciudad de Tacna, y así sucede con las demás preguntas. Este resultado ha permitido proponer una urgente auditoría ambiental sobre ruido a la Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud de la Municipalidad provincial de Tacna, para con el resultado obtenido emitir una ordenanza más real y objetiva de fácil aplicación y la elaboración del mapa acústico o de ruido que permita monitorear el ruido ambiental en Tacna y dando una mejor calidad de vida a sus pobladores.

Palabras clave: Contaminación acústica, ruido del tráfico vehicular, auditoría ambiental sobre el ruido, mapa de ruido, indicador de medición de ruido.

ABSTRACT

The development of this research part of the problem generated in recent years that has increased the number of vehicles fueled by a provision (CETICOS – TACNA) that facilitates the import of used in 2009 (01-01-2009 to 01-03-2009) 55 079 vehicles had been generating a flow of road or street at any given time of 2295 vehicles/h, which passes through the study area yields a noise level of between 78 and 87 dB(A) values that exceed the permissible limits of national and international is 55 to 65 dB(A). These results closely related to the subjective survey results, and in question 1, 100% of respondents say they are affected by vehicular noise in their daily activities on the Avenue. Bolognesi, in Question 3, 50% qualify as annoying vehicular noise; in question 4, 83% state that the vehicular noise has affected his health in question 6, 99% say it is necessary to control noise vehicle, because there is already a public awareness regarding this environmental scourge, therefore, there is noise pollution in the city of Tacna (fencing); in question 8, 80% say they do not know that the country has rules that control vehicular noise, in question 9, 79% do not know of the existence of a municipal ordinance that controls

vehicular noise emission in the city of Tacna, and so it is with the other questions. This result has allowed us to propose an urgent environmental audit of the noise, the Sub Management Environmental Management and Health of the Provincial Municipality of Tacna, with the result obtained for an ordinance to issue more real and objective easy to use and the mapping of acoustic or noise that will allow monitoring of environmental noise in Tacna and giving a better quality of life for its residents.

Keywords: Noise pollution, vehicular traffic noise, environmental audit on noise, noise mapping, noise measurement indicator.

INTRODUCCIÓN

El concepto de ciudad en crecimiento y el de tráfico urbano van estrechamente ligados, de la misma forma que podemos asociar el tráfico al ruido. Esto, en parte debido a la falta de adecuación de la ciudad tacneña a las necesidades actuales de los ciudadanos, pues la movilidad de las ciudades hoy es muy diferente a la que existía en el momento que fue concebida esa distribución urbanística (Perea Melero, 1989). El ruido producido por el tráfico es función de un gran número de variables, unas propias de las características del entorno por el que discurre y otras propias de los vehículos. Aunque los vehículos parecen cada vez más silenciosos, en realidad no se han producido muchos avances tecnológicos en esa dirección, ya que el esfuerzo de las últimas décadas se ha centrado en el ahorro de combustible y en la disminución de la contaminación atmosférica (De Esteban Alonso, Alfonso).

Los sonidos indeseados constituyen el estorbo público más generalizado en la sociedad tacneña actual. Y es más que un estorbo. El ruido es un peligro real y efectivo para la salud del pueblo. De día y de

noche, en la casa y en el trabajo, en la calle, en el recreo, dondequiera que se esté, el ruido puede ocasionar serias tensiones físicas y emocionales. Nadie es inmune al ruido. Aunque aparentemente las personas se adaptan a él ignorándolo, la verdad es que el oído siempre lo capta, y el cuerpo siempre reacciona, a veces con extrema tensión, como cuando se oye un sonido extraño en medio de la noche.

La molestia que se demuestra cuando se topa una persona con ruidos desagradables, es en el síntoma exterior más común de las tensiones que se crean en su interior. Y de hecho, ya que la irritabilidad es un síntoma tan notable, los legisladores a menudo la usan como criterio para medidas de control de ruido. Otros peligros más serios causados por el ruido han sido menos atendidos quizás por ser más sutiles. Pero se debe estar atento a las molestias que el ruido ocasiona, pues pueden augurar otros males físicos y emocionales al ser humano.

A la luz de párrafos anteriores, de la medición llevada a cabo en la Avenida Bolognesi y los resultados de encuesta subjetiva, ha quedado claro y demostrado que el ruido se ha convertido en un problema importante, incluso grave, en la ciudad de Tacna.

No se trata simplemente de un problema de estética, o de una molestia que va unida al desarrollo; es un problema más grave, que repercute en el órgano auditivo, en la salud, en el rendimiento del trabajo, en la convivencia. Es un mal que crea desasosiego, impide la concentración y el sueño, y mediatiza los procesos de comunicación. Por un lado se es consciente de que el fenómeno del ruido no puede ir a más, y por otro, que las fuentes que lo provocan, como son el tráfico rodado o vehicular y otros, forman parte de la cultura y de los avances de las sociedades modernas.

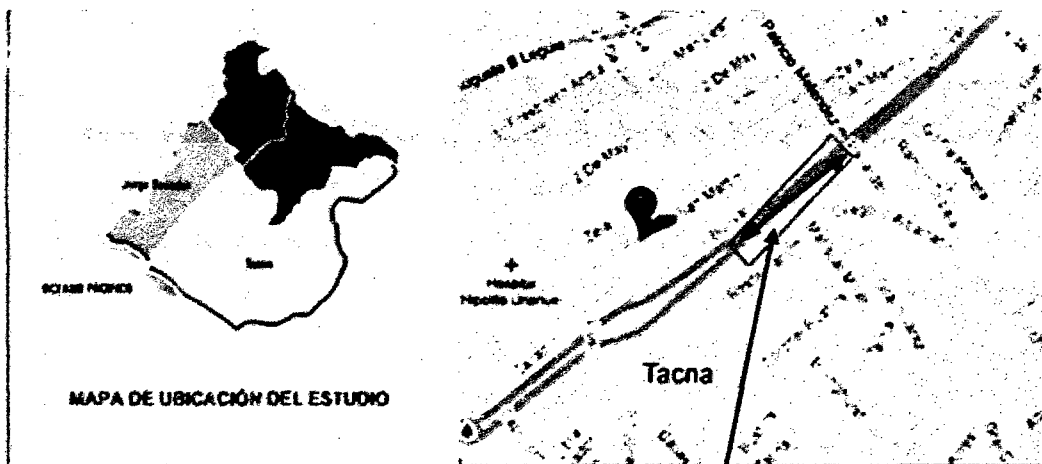
Es un dilema de difícil solución, pero no imposible. Se trata de modernizar nuestras leyes y aplicarlas adecuadamente, tal como se propone en esta tesis, una voz de alerta a las autoridades inmersas en el control de este flagelo ambiental, porque supera largamente los niveles permisibles hasta hoy reconocidos por nuestro país y también los internacionales.

CAPÍTULO I

UBICACIÓN DEL ESTUDIO

1.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El área de estudio se encuentra localizado en la avenida Bolognesi, por ser una de las principales vías de la ciudad de Tacna y de más densa congestión por donde convergen conductores, transeúntes y trabajadores, llegando en las horas punta o denominadas también horas pico que son entre las 07,00 – 09,00 horas en un tramo considerado representativo, delimitado por la calle Patricio Meléndez-Pallardelliy y la calle Ugarte, tal como se muestra en mapa de la Figura 1.



Fuente: Google maps, HELLOTACNA.COM.

a) Mapa de la avenida Bolognesi



b) Vista de la avenida Bolognesi

Figura 1. Mapa (a) y (b) foto de ubicación del estudio.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El artículo 1¹: Del derecho y del deber fundamental, Ley N° 28611, expresa: *“Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país”*. Sin embargo, no parece tener efecto puesto que, como Lima, Tacna se ve afectada tanto por las actividades económicas como por la fuerte concentración poblacional en las áreas urbanas, debido a la migración de las regiones altoandinas, que trae consigo insuficiencia de servicios públicos y una

¹ Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente. Disponible en:
http://www.minam.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=483

baja calidad de vida, produciendo una severa degradación del medio ambiente urbano, cifrado en la carencia de agua, mala disposición de los residuos sólidos urbanos, aumento desproporcionado del parque automotor de segundo uso ingresado por ZOFRATACNA², que genera un fuerte impacto ambiental atmosférico.

El origen del problema en la ciudad de Tacna se encuentra en los siguientes factores:

- 1) **Tráfico rodado o vehicular:** Elevada densidad de vehículos en algunas vías, utilización excesiva del claxon por parte de los conductores, parque móvil envejecido y ruidoso, calles estrechas y con asfaltado degradado en todas las vías y utilización excesiva del silbato por parte de los agentes de tráfico.
- 2) **Actividad comercial:** Megafonía de los vendedores ambulantes y altavoces en las puertas de establecimientos comerciales y pasillos de

²ZOFRATACNA es un centro de oportunidades de negocios e inversiones, con 18 años de experiencia. Cuenta con ventajas comparativas y competitivas para desarrollar actividades industriales, comerciales y de servicios, con beneficios tributarios y aduaneros. En ZOFRATACNA se pueden realizar actividades industriales, agroindustriales, de maquila, reparación y mantenimiento de maquinaria y equipos para la actividad minera y de servicios. Esta última incluye el almacenamiento y distribución de mercancías, ensamblaje, desembalaje, embalaje, envasado, rotulado, etiquetado, división, exhibición y clasificación de mercancías. La Ley N° 27688, Ley de la Zona Franca de Tacna y Zona Comercial de Tacna – ZOFRATACNA, de fecha 26 de marzo del 2002, en su Art. 1º indica que el fin de la creación de la ZOFRATACNA es “contribuir al desarrollo socioeconómico sostenible del departamento de Tacna, a través de la promoción de las inversiones y desarrollo tecnológico”. La Zona Franca de Tacna se encuentra situada en la ciudad de Tacna – Perú, en la parte central occidental del continente Sudamericano, sus costas están bañadas por el Océano Pacífico. Disponible en: http://www.zofratacna.com.pe/spa/1_quees.htm .

las ferias Bolognesi, 28 de Julio, Túpac Amaru, Polvos Rosados, entre otras.

- 3) **Hábitos de ocio:** Concentración de los locales de ocio en determinadas zonas, voces y gritos de los parroquianos y viandantes en discotecas, centros de promoción de la música folklórica, de igual modo contribuyen en la contaminación sonora los videojuegos en locales de servicio de Internet.
- 4) **El sector industrial manufacturero y de construcción:** El cual es mínimo y temporal, pero no deja de ser importante en la contaminación sonora global.
- 5) **La contaminación social ambiental:** Se trata de una contaminación llena de veneno que ingresa a la cabeza de una persona y hace que sus actos se desvíen de su curso normal por conversaciones, gestos, hechos, silencios, etc., que conforman toda una amalgama de *outputs* que salen de ella y somete a la persona a tensión y ansiedad, la conduce a la tristeza y a la flojera, le hace sentir ira, furia, celos, envidia o vanidad que la conducen por la oscura senda del sufrimiento. Este flagelo tiene que contrarrestarse con filtros adecuados como la empatía, la ecuanimidad, la humildad, la amabilidad o el vigor que se sustente en una adecuada educación ambiental que hoy se está muy lejos de su enseñanza y práctica adecuada. A través de ella es posible

informar al individuo acerca de diversos hechos y consecuencias así como inculcarle principios y hábitos de cuidado ambiental; en este caso específico correspondiente a la contaminación ambiental acústica.

En términos generales en la caracterización anterior, resulta ser de mayor impacto la contaminación acústica generada por el *parque automotor*, por lo que este estudio ha sido seleccionado para ser abordado por el presente trabajo de investigación, porque se percibe que conduce a un comportamiento social negligente en cuanto al cuidado del ambiente acústico por el cual los individuos no sólo se permiten generar ruidos de nivel elevado sino que aceptan, sin quejas y hasta de buen agrado, el ruido ajeno, ya sea individual o colectivo.

A lo largo de la historia remota y reciente, el enfoque más difundido para atacar este flagelo ha sido la legislación, estableciéndose en general diversos tipos y grados de infracciones y sus respectivas penas (multas, clausuras, etc.). Sin embargo, muy rara vez se legisla en el sentido de crear condiciones adecuadas para el cumplimiento espontáneo y voluntario de lo que prescriben las leyes del país y de las ordenanzas municipales.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la ciudad de Tacna, la contaminación sonora o por ruido es un problema al que se le está empezando a tomar importancia, pues en otros lugares (países de Europa) ya existen algunos estudios que describen la influencia del ruido en la salud de los seres humanos. Muy poco se ha estudiado sobre una de las fuentes de ruido más populares en su medio ambiente, el tráfico vehicular.

Se calcula que los vehículos a motor generan el 80% del ruido en una ciudad; el 10% corresponde a las industrias; el 6% a ferrocarriles o tren internacional; y el 4% a locales comerciales, de entretenimiento, talleres industriales, etc. Hay zonas especialmente afectadas por estar construidas cerca de la vía férrea o el aeropuerto. En general, las personas sufren una multiexposición a ruidos ya sea en las calles, o en los hogares y sitios de trabajo, lo cual incide sobre la salud personal dependiendo del tiempo de exposición que se sufre y el grado de sensibilidad que posea cada individuo.

De esta manera, en las distintas vías como la avenida Bolognesi, cada día de estos últimos años comienza la invisible agresión sonora

(ruido), en la que siempre pierden los sensibles tímpanos de las personas que laboran en centros comerciales, clínicas dentales, ópticas, consultorios médicos (ejemplo: edificio Las Palmeras, galerías comerciales, etc.). Se puede notar claramente, que la contaminación sonora es un problema relativamente nuevo en la ciudad de Tacna, donde de acuerdo con la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), el parque automotor es el principal agente contaminante, tanto por el ruido que genera como por la emisión de gases tóxicos que emite.

La contaminación acústica o sonora (ruido) se puede dar por cualquier sonido indeseable que causa molestia o perjudica, perturbando injustificadamente la paz, comodidad y convivencia de cualquier persona. El ruido siempre ha sido un problema ambiental importante para el ser humano.

En comparación con otros contaminantes, el control del ruido ambiental vehicular se ha limitado por falta de conocimiento de sus efectos sobre los seres humanos, la escasa información sobre la relación *dosis-respuesta* y la falta de criterios definidos. Si bien se considera que la contaminación acústica es principalmente un problema de "lujo" en los países desarrollados, no se puede pasar por alto que la exposición es a

menudo mayor en los países en desarrollo debido a la deficiente planificación y construcción de los edificios (Calles y avenidas angostas).

Todo lo anterior, ha dado origen a problemas de enfermedades auditivas y efectos nocivos que alteran la salud de la población expuesta, afectando el equilibrio del ecosistema, perturbando la paz pública, violando el derecho de las personas a disfrutar de un ambiente sano.

En términos estrictamente ambientales, es importante atender este impacto, pues sus efectos globales en el deterioro de la salud pública se manifiesta de formas diferentes, desencadenando comportamientos conflictivos de tipo:

- 1) **Fisiológico:** alteración del sistema auditivo, alteración del sistema nervioso, elevación de la presión arterial y trastornos mentales.
- 2) **Psico-sociológico:** confrontaciones y conflictos populares, aumento de niveles de agresividad, aumento de presión sanguínea y ritmo cardiaco, agotamiento, disminución de concentración, disminución de rendimientos operativos y aumento de riesgos laborales.
- 3) **Ocupacional sobre las actividades humanas:** fatiga, insomnio, dificultades comunicativas y deterioro de la calidad de vida en general.

Según Albert Nioshy Rothman K (1979) los tiempos máximos de exposición permisibles para una persona, sin causar mayor traumatismo a la salud bajo un determinado nivel de ruido es de 8 horas para 85 dB, de 4 horas para 90 dB, de 2 horas para 95 dB, de 1 hora para 100 dB y de 1/4 de hora o menos del nivel máximo para 110 dB. Valores que son admitidos por el Ministerio de Salud y con los cuales, mediante el uso de las funciones de transformación apropiadas, es posible determinar la tipología de la calidad ambiental, como óptima si está entre 1,0 y 0,8 buena si está entre 0,8 y 0,6, aceptable si oscila entre 0,6 y 0,4, baja entre 0,4 y 0,2 e inaceptable por debajo de 0,2.

Este tipo de contaminación es notoria en la ciudad de Tacna, en los vehículos de servicio público de transporte de pasajeros tales como camionetas rurales (combis), microbuses y taxis, los cuales utilizan no solamente los amplificadores y equipos de sonido sino también las bocinas que superan los estándares de presión sonora que deben ejecutarse.

A continuación se muestra el Cuadro I con los valores guía para el ruido urbano en algunos ambientes específicos publicados por la OMS.

Tabla I. Valores guía para el ruido urbano.

| Ambiente específico | Efecto(s) crítico(s) sobre la salud | L _{Aeq} (dBA) | Base de tiempo (h) | L _{AFm} (ax. (dBA) |
|--|--|------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Exteriores de zona de vivienda | -Sería molestia de día y al atardecer | 55 | 16 | - |
| | -Molestia moderada de día y al atardecer. | 50 | 16 | - |
| Interior de vivienda | -Inteligibilidad de la palabra y molestia moderada, de día y al atardecer. | 35 | 16 | - |
| Interior de dormitorios | -Perturbación del sueño, de noche. | 30 | 8 | 45 |
| Exterior de dormitorios | Perturbación del sueño, ventana abierta (valores exteriores) | 45 | 8 | 60 |
| Aulas escolares y preescolares, interior | Inteligibilidad de la palabra, perturbación de la extracción de información y la comunicación de mensajes. | 35 | Durante las clases | - |
| Dormitorios preescolares, interior | Perturbación del sueño. | 30 | En horas de sueño | 45 |
| Patio de recreo escolar, exterior | Molestia (fuentes externas) | 55 | Durante los juegos | - |
| Hospital, dormitorios de guardia, interior | Perturbación del sueño, de noche | 30 | 8 | 40 |
| | Perturbación del sueño, de día y atardecer | 30 | 16 | - |
| Hospitales, habitaciones, interior | Interferencia con el descanso y la recuperación. | Lo menor posible | - | - |
| Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interior y exterior | Daño auditivo | 70 | 24 | 110 |
| Ceremonias, festivales y actos de entretenimiento | Daño auditivo (concurrentes :< 5 veces por año | 100 | 4 | 110 |
| Sistemas públicos de refuerzo sonoro, exteriores e interiores | Daño auditivo | 85 | 1 | 110 |
| Música y otros sonidos a través de auriculares | Daño auditivo (valor de campo libre) | 85 ⁽²⁾ | 1 | 110 |
| Sonidos impulsativos de juguetes, pirotecnia y armas de fuego | Daño auditivo (adultos) | - | - | 140 ⁽¹⁾ |
| | Daño auditivo (niños) | - | - | 120 ⁽¹⁾ |
| Exteriores en parques y reservas naturales | Perturbación de la tranquilidad | ⁽³⁾ | | |

(1) Nivel de pico L peak , no L Afmáx , medido a 100 mm del oído

(2) Utilizando auriculares, valores adaptados a campo libre

(3) Deben preservarse las áreas exteriores existentes, y mantener una baja relación entre ruidos intrusivos y ruido de fondo natural.

Fuente: Birgitta Berglund, Thomas Lindvall y Dietrich Schwela (compiladores). "Guidelines for Community noise". Publicado por la Organización Mundial de la Salud.

2.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

2.3.1. Justificación de la investigación

En 1972, la Organización Mundial para la Salud (OMS), en el marco de la Conferencia de Estocolmo, incluyó al ruido como una forma más de contaminación. Sin embargo, a pesar de no ser un problema nuevo, el ruido ambiental producido por las actividades humanas ha aumentado de forma espectacular en los últimos decenios. El ruido se ha extendido en el tiempo (circulación nocturna, fines de semana, vacaciones) y en el espacio (zonas rurales y zonas residenciales de las medianas y grandes ciudades).

Las causas de este aumento deben buscarse en el incremento de la densidad de población, la mecanización de la mayor parte de las actividades, y el crecimiento de los niveles de tráfico aéreo y rodado o vehicular. De hecho, el aumento espectacular de los medios de transporte y su utilización han originado un incremento muy importante de los ruidos ambientales en la ciudad de Tacna.

Como consecuencia de estos niveles cada vez más preocupantes y de la también creciente conciencia ciudadana sobre las molestias que causa, el ruido se considera como uno de los factores más importantes de

la disminución de la calidad de vida y el bienestar de los ciudadanos tacneños.

La futura evolución del ruido ambiental dependerá no sólo de las medidas de lucha contra el ruido que se pongan en marcha, sino también de los cambios socioeconómicos y tecnológicos que se produzcan.

En el Municipio de Rota (Cádiz – España) sus autoridades manifiestan que a raíz de esta problemática surge el sexto Programa de Acción de la Comunidad Europea en materia de Medio Ambiente, que dice: *“Medio Ambiente 2010: el futuro está en nuestras manos”*, que aborda el tema de la contaminación acústica. Establece entre sus objetivos y metas reducir el número de personas expuestas a niveles elevados en un 10% para el 2010, y en 20% para el 2020. Para ello se ha aprobado la nueva Directiva de Ruidos, que será transpuesta a nuestro ordenamiento jurídico interno a través de la futura Ley Básica Estatal de Ruido, que actualmente se encuentra en proyecto (3).

En esa dirección, se ve la clara decisión de otros pueblos de enfrentar con seriedad este flagelo, por ende, Tacna no puede quedarse contemplando solo los impactos que se observan a simple vista sino

también a aquellos que se perciben con el oído y que las autoridades competentes poco o nada están haciendo; de ahí que, se justifica el presente trabajo de investigación, planteando con claridad el efecto nocivo que genera el parque automotor al adicionar la contaminación sónica en la Avenida Bolognesi en el tramo entre el Mercado Central y la calle Ugarte, permitiendo además proponer medidas correctivas a su sistema de gestión ambiental para atenuar la contaminación sonora en la ciudad de Tacna.

2.3.2. Importancia del problema

Resulta importante empezar en la ciudad de Tacna a luchar decididamente contra este vector de la contaminación del ambiente urbano, atacándolo por diversos frentes, hasta conseguir que las autoridades municipales tomen debida cuenta del peligro a la salud que este tipo de contaminación representa a todo ser humano.

Ello implica la importancia del problema, con cuyo estudio se pretende contribuir con un granito de conocimiento que active a otras instituciones tales como el Gobierno Regional, Dirección Regional de Educación, Universidades y organizaciones populares, en pro de

incorporar este tipo de contaminación al sistema de gestión medioambiental integral en esta ciudad.

Resulta importante, despertar en las autoridades hacer monitoreos y constatación del cumplimiento de sus ordenanzas municipales.

2.3.3. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la realización de un diagnóstico de la contaminación sonora emitida por el tráfico vehicular que permita proponer medidas correctivas al sistema de gestión ambiental en el distrito de Tacna, 2010?

2.4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

2.4.1. Objetivo general

Realizar un diagnóstico de la contaminación sonora emitida por el tráfico vehicular que permita proponer medidas correctivas al sistema de gestión ambiental en el distrito de Tacna, 2010.

2.4.2. Objetivos específicos

Para alcanzar el objetivo general propuesto se tiene en cuenta cuatro objetivos específicos:

1. Identificar y ubicar cuatro (4) puntos de muestreo en el área de influencia de la Avenida Bolognesi, donde el nivel de presión sonora por causa del tráfico vehicular sea más crítico.
2. Cuantificar los niveles de presión sonora con el fin de identificar y determinar el comportamiento actual de la gente por causa del tráfico vehicular en el área de estudio, mediante encuesta.
3. Medir la magnitud de la emisión de ruido por el flujo vehicular y comparar lo encontrado con los límites establecidos en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Decreto Supremo N° 85-2003-PCM, publicado el 30/10/2003.
4. Determinar el grado de información que tiene la población acerca de contaminación acústica en la ciudad de Tacna.

2.5. HIPÓTESIS

Al establecer un diagnóstico de la contaminación sonora emitida por el tráfico vehicular permite proponer medidas correctivas al sistema de gestión ambiental en el distrito de Tacna.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

2.6.1. Variable independiente y sus indicadores

Es relativamente autónoma, viene a ser el factor determinante o causa que explica un fenómeno. La variable independiente de este estudio de investigación es:

Variable independiente (V.I): Contaminación sonora del tráfico vehicular.

Indicadores

- Ruido de los vehículos individuales en dB(A).
- Propulsión (conjunto de elementos técnicos que permiten el funcionamiento del vehículo).
- Rodadura (rozamiento neumático-pavimento).
- Comportamiento del conductor - bocinazo.
- Flujo vehicular (vehículos/h).
- Congestión vehicular en horas pico.
- Comportamiento de los peatones.
- Aceleración – frenado de los vehículos (frenos en mal estado).
- Tubo de escape (sin silenciador).
- Alarma (antirrobo).

2.6.2. Variable dependiente y sus indicadores

Variable dependiente (V.D): Medidas correctivas.

Indicadores

- Presión sonora en dB(A).
- Efectos en la salud.
- Sordera temporal o total.
- Mapa de ruido.
- Monitoreo del ruido (instrumentos y personal especializado).
- Revisiones técnicas obligatorias.
- Descongestión vehicular en las principales vías.
- Mejoramiento de las pistas.
- Auditoría de la gestión ambiental de ruido emitido por el tráfico vehicular.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ANTECEDENTES

Cuando se habla de *contaminación* inmediatamente imaginamos alguna sustancia o germen indeseado que se incorpora a un medio. En una acepción un poco más general, se puede hablar de contaminación cuando dicho medio es alterado nocivamente por cualquier agente. En este sentido, el ruido puede llegar a ser, efectivamente, un agente deletéreo, y por consiguiente puede ser un factor de contaminación ambiental. Hay una frase muy conocida que dice (7):

“Mis sonidos son música; los de mi vecino son ruido.”

Esta frase muestra claramente la naturaleza del problema de definir qué es ruido. En términos generales, podríamos decir que ruido es cualquier sonido no deseado. Un ruido puede ser o no molesto, el grado

en que lo sea, depende de muchos factores y no solamente de su intensidad. Así, la gota de agua de una canilla que pierde puede ser mucho más molesta que millones de gotas de lluvia. En cambio, el que un sonido sea dañino está en relación bastante directa con su intensidad, sea este ruido, música o un programa de TV que nos interesa.

Según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2005)³, más de 130 millones de personas en el mundo viven sometidas a niveles sonoros superiores a 65 decibeles, límite máximo aceptado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). En las últimas décadas, los niveles de ruido ambiental en las ciudades aumentaron aceleradamente, y se considera el tránsito automovilístico como una de las fuentes más extendidas de contaminación en asentamientos urbanos.

Para el desarrollo de esta investigación se tomó en cuenta como antecedentes algunas tesis y trabajos que de alguna forma han enfocado este problema en otras ciudades, pero sirven como referencia para el marco teórico, siendo los siguientes:

³UGTM, Unión General de trabajadores de Madrid. 2005. Disponible en: www.saludlaboralugtmadrid.org/slaboral/public/upload/downloads/informe%20ruido-5-10-05.pdf

1. Según Natasha Figueredo Valdés, especialista de la delegación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente en Ciudad de La Habana, manifiesta que el ruido no tiene grandes diferencias con el sonido, pero sí origina daños severos a la salud. *"La exposición constante a este factor puede dañar seriamente al órgano de la audición, al punto de causar hipoacusia o sordera. Incluso, contrario a lo que muchos piensan, los audífonos sí ocasionan deterioro del sentido auditivo"*.
2. **Tesis:** Incidencia del programa de restricción vehicular "pico y placa" sobre la emisiones atmosféricas en el área metropolitana del valle de Aburrá, 2009". Universidad Nacional de Colombia. Esta tesis pertenece a Paulo César Lambraño, trata sobre mejorar la movilidad a través del control ambiental con el fin de disminuir los niveles de contaminación atmosférica, dentro de ella la contaminación acústica vehicular.
3. **Tesis:** Metodología de evaluación de la dosis diaria de exposición a ruido, 2004. Universidad Austral de Chile. Esta tesis pertenece a Rodrigo Ángelo Tapia Encina, trata de desarrollar una metodología simple para la evaluación de la dosis diaria de exposición de ruido para trabajadores en diferentes actividades de producción.

4. **Tesis.** Recopilación y estudio de antecedentes para la elaboración de la futura norma ambiental de ruido para aeropuertos. Universidad Tecnológica de Chile. Esta tesis pertenece a Camilo Rocha Gana. 2007. Trata de hacer una recopilación de normas de varios países para plantear una norma de control de ruido en aeropuertos de Chile.

5. **Tesis:** Estudio de la influencia de determinadas variables en el ruido urbano producido por el tráfico de vehículos. Universidad Politécnica de Madrid, 2009. Esta tesis doctoral pertenece a Javier Morales Pérez, trata de un estudio de algunas variables del ruido urbano que es producido por el tráfico vehicular, aplicando un análisis discriminante en las calles de Madrid según la variable dependiente L_{eq} .

3.2. TEORÍAS Y CONCEPTOS

3.2.1. Contaminación acústica

La contaminación acústica puede definirse como el incremento significativo de los niveles acústicos del medio y es uno de los factores importantes de deterioro de la calidad ambiental del territorio. Realizar cualquier actividad humana conlleva casi siempre un nivel de sonido más

o menos elevado. Según el tipo, la duración, el lugar y el momento en el que tiene lugar, el sonido puede resultar molesto, incómodo e incluso puede llegar a alterar el bienestar fisiológico o psicológico de los seres vivos. En ese caso, se denomina ruido y se considera contaminación.

La contaminación acústica tiene una doble vertiente:

- Contaminación acústica ambiental.
- Contaminación por fuentes sonoras puntuales.

Por otro lado, la contaminación acústica ambiental tiene dos fuentes fundamentales:

1. El tráfico, especialmente el rodado o vehicular (genérica en todas las ciudades).
2. Las actividades de ocio o funcionamiento nocturno y pública concurrencia, (existen también en todas las ciudades), y tienen una mayor o menor incidencia en función de condicionantes climatológicos.

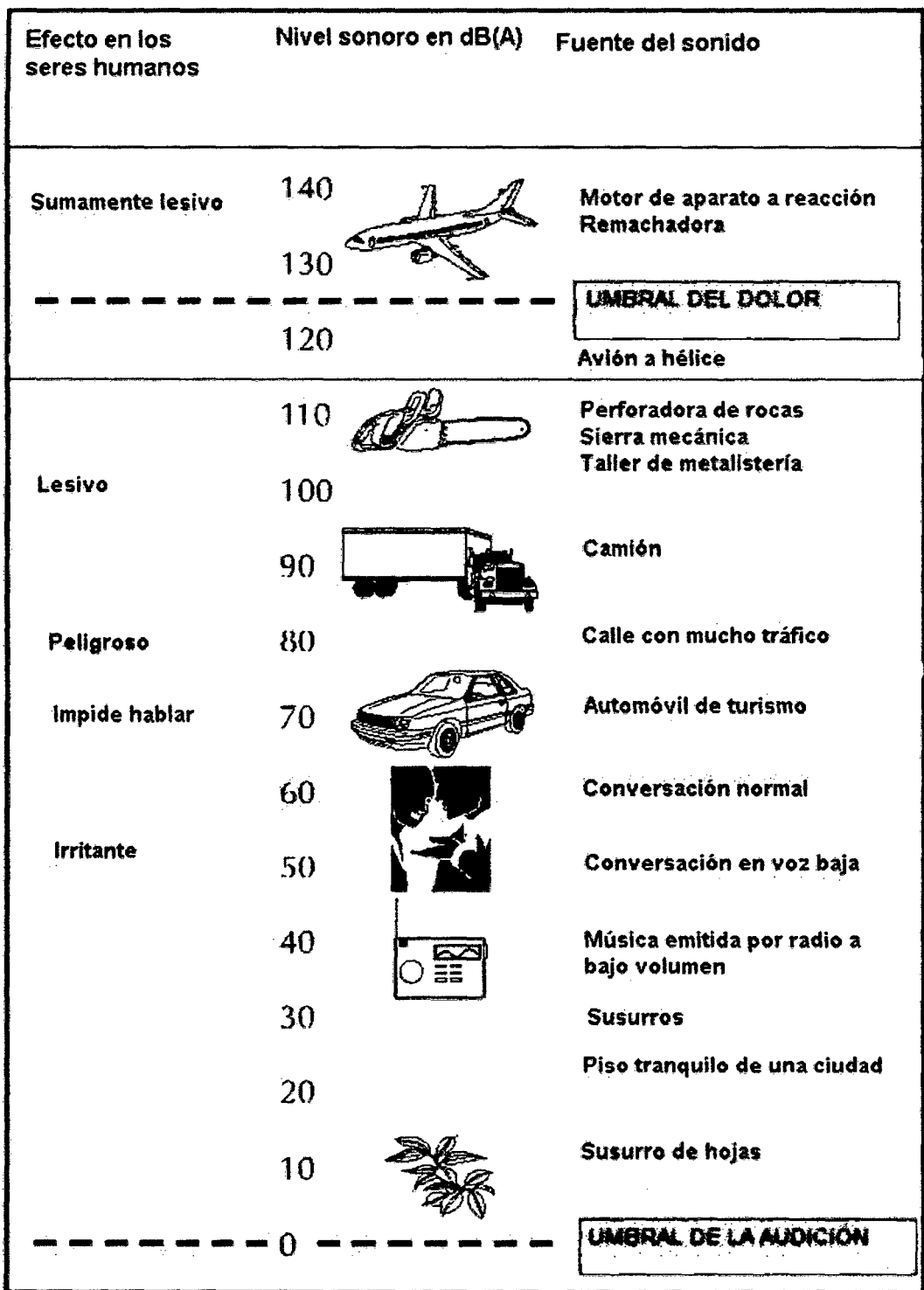
Toda fuente sonora es, potencialmente una fuente contaminante, que de no contarse con las precauciones mínimas, puede llegar a generar problemas puntuales en lo que respecta a el deterioro de la salud mental

de la población y el progresivo aumento de enfermedades de tipo nervioso, convierten al ruido en un foco principal responsable de la contaminación ambiental. El ruido altera la concentración, la productividad laboral e intelectual, el descanso, y en altas dosis, produce lesiones auditivas irreparables (1, 5).

3.2.2. Sonido

El sonido es una variación de la presión en el aire que puede ser detectada por el oído humano. Para que exista el sonido debe haber una fuente emisora, un medio de propagación y un receptor capaz de percibir el mismo (3, 5).

En la Figura 2, se muestra una escala del sonido, en dB.



Fuente: Bies, David A. 2009.

Figura 2. Niveles de Presión Sonora generados por distintas fuentes acústicas en dB.

3.2.3. El ruido urbano o ambiental

El ruido se define como cualquier sonido no deseado o aquel calificado como desagradable o molesto por quien lo percibe. Puede establecerse, también, que "todo sonido inoportuno es un ruido". El ruido tiene un carácter indeseado y molesto, cualidades que hacen a las personas particularmente receptivas a él. De este modo, el *ruido ambiental* se compone de los diferentes ruidos que podemos encontrar en las ciudades: vehículos particulares y de transporte colectivo, industrias, construcciones, bocinas, alarmas, gritos, música, etc. El ruido presenta grandes diferencias con respecto a otros contaminantes. Una de sus características más relevantes es su compleja fiscalización. Esto se debe principalmente a que (1):

- Es un fenómeno espontáneo que se vincula al horario y actividad que lo produce.
- No deja residuos (no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en el hombre).
- Su cuantificación es compleja.
- Es uno de los contaminantes que requiere menos cantidad de energía para ser producido.

- Tiene un radio de acción pequeño; vale decir, es localizado.
- No es susceptible a su traslado a través de los sistemas naturales, como el aire contaminado llevado por el viento o un residuo líquido llevado por un río por grandes distancias.
- Se percibe sólo por un sentido, el oído. Esto hace subestimar su efecto, a diferencia de otros contaminantes, como en el caso del agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor (1).

3.2.4. Potencia sonora

La potencia sonora es el parámetro que permite definir la emisión sonora de una fuente de ruido. La información que nos brinda la potencia sonora puede ser complementada con la directividad y el espectro de frecuencia. Para conocer el impacto que ésta tiene sobre un punto determinado se hace necesario caracterizar los niveles de presión sonora, ya que es la fuente original en el punto. Este nivel es conocido con el nombre de nivel de inmisión. También se hace necesario caracterizar su espectro en frecuencia. Estos valores no tienen que coincidir con el de emisión pues es muy probable que hayan cambiado gracias a la participación de diferentes elementos durante el periodo de propagación. Los mencionados elementos hacen difícil la consecución de la

caracterización del ruido proveniente de un foco de ruido y la valoración de la molestia causada al ser humano. Es por esto que la caracterización del ruido se puede hacer basada en dos principios diferentes (1, 2, 3, 4):

- Tomando en cuenta escalas con ponderación en frecuencia, o,
- Basándose en el análisis espectral del ruido.

3.2.5. Presión sonora

La definición teórica de la presión sonora se describe como la diferencia entre el promedio de la presión atmosférica o presión promedio en un lugar determinado y la presión instantánea. La presión sonora presenta una gran variación con respecto al tiempo, mientras que la presión atmosférica es aquella que produce la sensación de sonido. Para mediciones acústicas se emplean niveles de presión sonora (LP o SPL), definido como:

$$L_p = 10 \log \left(\frac{P_{rms}^2}{P_o^2} \right), [dB] \quad [1]$$

Donde

P_{rms} = Representa la presión media cuadrática de la señal medida.

P_o = 20 μ Pa, es decir un nivel de referencia para las presiones sonoras.

La presión acústica es el efecto de la perturbación que provoca una fuente sobre un determinado punto del espacio. Ésta depende de la distancia que separa el receptor de la fuente⁴.

A. Nivel de presión continuo equivalente, L_{eq}

Se define matemáticamente como:

$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L_t}{10}} dt \right] \quad [2]$$

Dónde:

T = Es la amplitud temporal del intervalo en que se realizó la medida.

L_t = Es el nivel sonoro en el intervalo dt.

t = Es el subíndice que indica la dependencia del valor de esta magnitud con el tiempo.

Como se ve, resulta ser un promedio temporal de la intensidad (expresión entre paréntesis cuadrados), sobre la que se vuelve a operar el logaritmo para obtener de nuevo niveles. El L_{eq} , es por tanto, un nivel que indicaría

⁴Método optimizado para la obtención de curvas isofónicas en medios urbanos. Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V., Vol. 18, N° 1, pp. 65-72, 2003.

la energía promedio (intensidad promedio) y podría entonces definirse como el nivel de ruido que permaneciendo constante tendría la misma energía, en un intervalo de tiempo T, que el ruido real, de nivel fluctuante.

Para pasar del problema continuo representado por la integral en la fórmula al problema real, discreto, basta con pasar la expresión anterior a sumatoria

$$L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \quad [3]$$

Donde

N = Es el número de intervalos en que se ha dividido el tiempo de medida, o de muestras tomadas, y

L_i = El nivel de ruido en dB o dBA de esa muestra.

B. Niveles percentiles, LN

Aunque el L medio es un parámetro que nos da idea cuantitativa del nivel de ruido en un cierto intervalo de tiempo, no nos da información sobre la fluctuación del ruido en ese intervalo, y debido a que el individuo no acusa de igual manera un ruido constante con cierto nivel como un ruido fluctuante, aunque la energía puesta en juego sea la misma, es

necesario especificar estas fluctuaciones, y para ello se utilizan los LN (percentiles de los niveles, con $0 < N < 100$ y N entero). LN es el nivel por encima del cual el nivel de ruido se mantiene durante el % N del tiempo en el intervalo de muestreo. Los más utilizados son el L_{10} y el L_{90} que indican, el primero, el valor del nivel de intensidad tal que se ha sobrepasado un 10% del tiempo, y el segundo, el valor que ha sido sobrepasado durante el 90% del tiempo de medida. Es decir, que el L_{90} constituiría entonces un indicador del ruido de fondo, en tanto que el L_{10} da información sobre los valores punta del nivel sonoro.

C. Índices derivados. Son muchos los índices que se han tratado de conformar para expresar con un solo número el grado de molestia del ruido, enfocado cada uno de ellos de una perspectiva distinta. A continuación se revisará los que se considere más relevante para esta investigación:

a) Índice de ruido de tráfico, T.N.I

El T.N.I (*Traffic Noise Index*) se define de la siguiente manera:

$$TNI = 4(L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30 \quad [4]$$

Este índice intenta ponderar como factor preponderante de la molestia que afecta al individuo los altibajos de nivel que afecta a la señal, por lo tanto, mientras mayor la diferencia entre los percentiles utilizados, mayor el valor del índice. Fue desarrollado y utilizado en las Islas Británicas por Griffins y Langrod.

b) Nivel día-noche, L_{DN}

No siempre el valor del nivel de ruido describe la situación de molestia de una comunidad, esta molestia está relacionada también a factores subjetivos y no acústicos que son de gran importancia, en el caso de este índice, se valora la noche (periodo nocturno) como un periodo más sensible, debido a que se relaciona con el descanso, por lo tanto se "penaliza" este periodo de la jornada con 10 dB, entendiendo como nocturno el periodo comprendido entre las 22 y las 7 horas.

Por lo tanto, este índice para 24 horas se calcula haciendo uso de la siguiente expresión:

$$L_{DN} = 10 \log \left(15 * 10^{\frac{L_{eqD}}{10}} + 9 * 10^{\frac{(L_{eqN}+10)}{10}} \right) \quad [5]$$

c) Nivel de contaminación acústica, LNP

Este índice se origina a partir del T.N.I. al final de la década de los 60, y se fundamenta en el hecho que la molestia se relaciona con el nivel y también con sus fluctuaciones. De esta manera, este índice queda descrito por la siguiente expresión:

$$L_{NP} = L_{eq} + (L_{10} - L_{90}) \quad [6]$$

Asumiendo que la distribución del nivel de intensidad es normal, se puede aproximar la diferencia entre los percentiles 10 y 90 por la desviación típica (σ), haciendo:

$$L_{10} - L_{90} = 2,56 \sigma \quad [7]$$

De esta manera, el nivel de polución sonora quedaría expresado por:

$$L_{NP} = L_{eq} + 2,56 \sigma \quad [8]$$

d) Clima de ruido, C.R

El clima de ruido se define de la siguiente manera:

$$\text{C.R.} = L_{10} - L_{90} \quad [9]$$

Este descriptor es de gran utilidad al momento de evaluar las fluctuaciones de los niveles en cierto período de tiempo, también entrega información en el sentido de saber si variaciones de nivel se produjeron por eventos fortuitos o por tendencias habituales.

e) Nivel de exposición sonora, SEL

Es la exposición acumulativa para un evento de ruido simple. Esta dosis representa la cantidad de energía sonora total que recibe el oído o un micrófono de medición. También se denomina L_{AE} , L_{AX} o SENEL. El nivel de exposición sonora se define como el nivel constante de un segundo de duración el cual tiene la misma cantidad de energía sonora que la variación del nivel sonoro existente durante un suceso de ruido.

$$SEL = 10 \log \left(\int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_A}{10}} dt \right), (dBA) \quad [10]$$

Entonces se puede observar una estrecha relación entre el SEL y L_{Aeq} en el que el total de energía sonora es integrada sobre un periodo medido pero su promediación sobre el total de tiempo medido tiene una referencia de duración de un segundo pues el L_{Aeq} , resultado al que se puede llegar por la ecuación [11].

$$L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum_{L=1}^N 10^{0,1SEL} \right) \quad [11]$$

O expresado de otra manera:

$$SEL = L_{Aeq} + \log \left(\frac{T}{1s} \right) \quad [12]$$

SEL es numéricamente equivalente al total de energía sonora mientras que el L_{eq} es proporcional al promedio de la potencia sonora. El SEL tiene dos aplicaciones principales. La primera, es la comparación directa de ruidos transientes y la segunda aplicación, es para calcular el correspondiente L_{eq} por un periodo dado usando valores de SEL

individuales para diferentes eventos ocurridos durante ese periodo. Como el L_{eq} es un promedio de energía sonora, se debe tener en cuenta que únicamente los niveles más altos contribuirán de manera significativa al total de la energía.

Nivel equivalente diurno $L_{eq-día}$. Es el nivel continuo equivalente L_{eq} expresado en dBA correspondiente al periodo diurno, de 7 a.m. a 10 p.m.

Nivel equivalente noche $L_{eq Noche}$. Es el nivel continuo equivalente L_{eq} expresado en dBA correspondiente al periodo nocturno, de 10 p.m. a 7 a.m.

Nivel equivalente día-noche L_{DN} . Es el nivel continuo equivalente L_{eq} expresado en dBA correspondiente al día completo (24 horas) pero con los niveles del periodo nocturno incrementados en 10dBA con el fin de recoger la mayor sensibilidad al ruido en estas horas. Su expresión matemática es:

$$L_{DN} = 10 \log \left[\frac{1}{24} \left(15 * 10^{\frac{L_{eq-día}}{10}} + 9 * 10^{\frac{L_{eq-noche}+10}{10}} \right) \right] \quad [13]$$

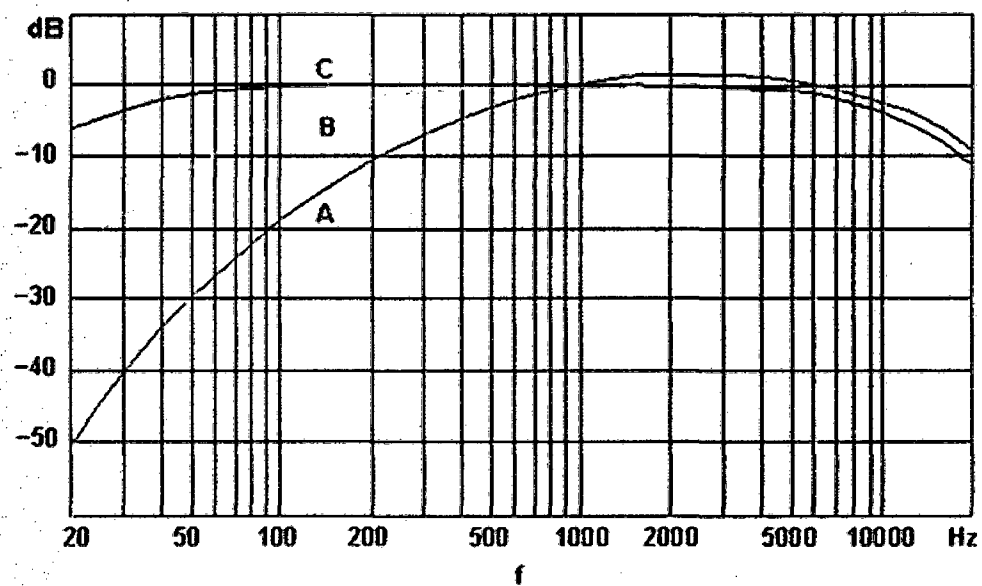
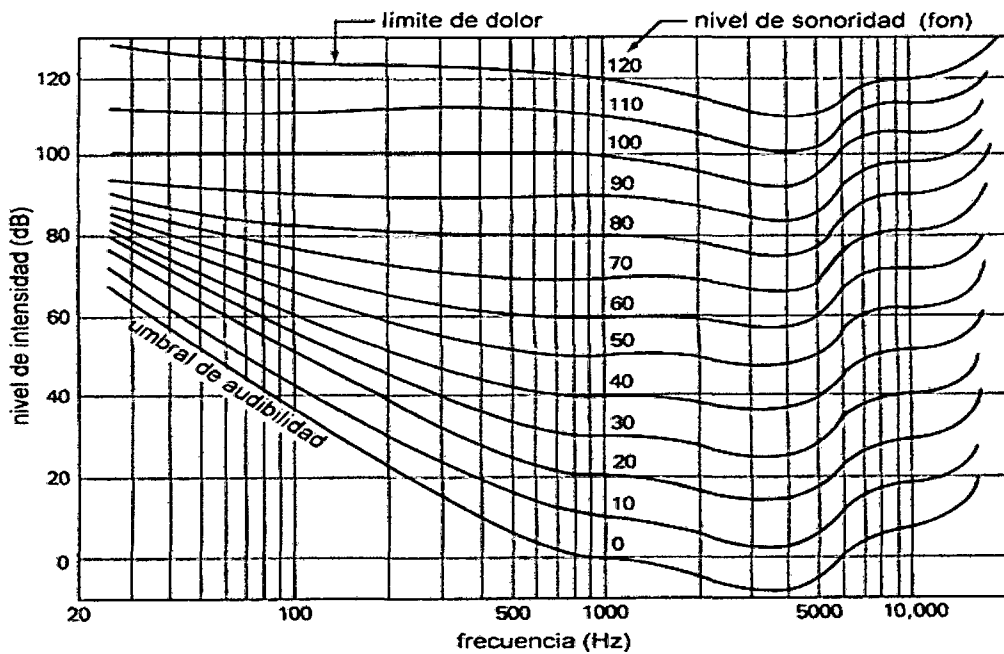
El ruido producido por un vehículo que circula por una vía, tiene su origen en el funcionamiento de los distintos órganos mecánicos de este,

tal como la velocidad a la que circula el vehículo, el régimen de funcionamiento del motor, el estado de conservación del vehículo y la naturaleza y estado de conservación de la calzada o pista (9).

3.2.6. Ponderaciones

Con el objeto de ponderar el ruido captado por el micrófono de acuerdo con las curvas de insonoridad del oído humano se definieron una serie de filtros, es decir que al atenuar las frecuencias bajas, se podrá reflejar un nivel sonoro representativo de la sensación de ruido recibida. Los filtros más conocidos son denominados A⁵, B, C y D, los tres primeros se tomaron por la necesidad de reproducir insonoridad a diferentes niveles y el último filtro con la finalidad de caracterizar la molestia originada por el ruido de las aeronaves, tal como se muestra en la Figura 3. De acuerdo con las curvas isofónicas de Fletcher y Munson, la respuesta en frecuencia del oído humano no es plana y además varía considerablemente con el nivel de presión sonora de escucha. Para intentar aproximar los analizadores acústicos a la respuesta del oído, se crearon las curvas de ponderación en frecuencia. Éstas en origen son una simplificación de la respuesta en frecuencia del oído a diferentes niveles.

⁵ El filtro de ponderación A, es un mecanismo que simula al mecanismo del oído humano, de ser receptible solo a determinados intervalos de frecuencias centrales de longitud de onda en Hz (31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000).



Fuente: Fletcher y Munson. 1933

Figura 3. Curvas de compensación (o ponderación) A, B, y C. Para cada frecuencia, el valor de la ordenada representa la corrección aditiva a aplicar al nivel de presión sonora de un tono de esa frecuencia para obtener su nivel sonoro. En 1 kHz las tres curvas coinciden en 0 dB.

Ponderación A. Se utiliza para niveles bajos y atenúa en mucha medida los bajos (-50 dB a 20 Hz y casi -20 dB a 100 Hz) y en menor medida los agudos (casi -10 dB en 20KHz). La A es adecuada para la medida de ruidos de fondo, que son por definición de nivel bajo. Se basa en la curva de isofónica de 40 fonos (9).

Ponderación B. Se usa para niveles intermedios y es similar a la curva A, excepto porque la reducción de bajos es mucho menor, aunque todavía significativa (-10 dB a 60 Hz). Estudios recientes demuestran que es la mejor ponderación para usar en la medida de niveles de escucha musical. Se obtuvo a partir de la curva isofónica de 70 fonos.

Ponderación C. Es muy similar a la B en agudos, y apenas aporta atenuación de las frecuencias graves. Se planteó para la evaluación de ruidos de alto nivel. Se basa en la curva isofónica de 100 fonos. Estas ponderaciones cumplen la función de atenuar los bajos y los agudos de forma que simulen las variaciones de la respuesta del oído a diferentes niveles de una manera aproximada.

En un medidor de presión sonora (sonómetro) debiéramos seleccionar la ponderación B para la medida del nivel generado por un

sistema de cajas acústicas dentro el área de escucha. Si la B no está disponible y se nos fuerza a elegir entre la A y la C, elegiremos la C. Si solo está disponible la A, es preferible no aplicar ponderación. Si por razones legales nos interesa conseguir una lectura lo más baja posible en el medidor, elegiremos la A, puesto que es la que más atenúa y la que va a mostrar el menor nivel (26).

3.2.7. Medición del ruido

Existe una amplia gama de aparatos de medición de ruido. La elección del equipo de medición en cada caso dependerá de los datos que se deseen obtener, así como del tipo de ruido que se pretende medir. Entre los equipos más utilizados están:

Sonómetros. Son una herramienta primordial y básica a la hora de estudiar los ruidos. La medición del ruido, determinar sus niveles, es el primer paso en la identificación de aquellos sonidos, que por sus intensidades pueden ser perjudiciales para la salud. El interés despertado por el ruido, su estudio y el de sus consecuencias, ha servido de estímulo para el desarrollo de mecanismos de medida cada más precisos y más fáciles de usar. Los instrumentos de medida abarcan una gran variedad

de modelos, desde los más simples a los más complejos. En líneas generales, un sonómetro es un instrumento compuesto por un micrófono, un amplificador, filtros de ancho de bandas, un promediador y un lector de valores. Básicamente es como un oído electromecánico, el cual oye y registra lo oído en términos de decibelios, y fue diseñado para apreciar además las diferencias de intensidades para diferentes frecuencias, al igual que el oído humano. Una vez que el sonido es recogido por el micrófono se genera una pequeña carga eléctrica que es proporcional a la presión de sonido que registra.

El micrófono de un sonómetro es una pieza fundamental. Existen diferentes tipos de ellos según sus características de construcción, materiales, y de todos los existentes son los micrófonos piezoeléctricos y los condensadores los más utilizados. Estos últimos se caracterizan por una mayor precisión, más alta calidad, y mayor sensibilidad que los piezoeléctricos. Una vez detectada la señal, y la energía sonora ha sido transformada en voltaje eléctrico, se amplifica y se somete a un filtrado, que será más complejo cuanto mayor diferenciación del ancho de banda o determinación de frecuencia que se quiera determinar. Los sonómetros en general presentan tres o cuatro escalas diferentes, las más usadas son las llamadas escalas A, B y C. La escala A fue diseñada para

aproximarse lo más posible a la respuesta del oído humano ante niveles bajos de presión sonora, es la escala indicada para el estudio de las frecuencias sonoras que más afectan a la audición humana. La escala C responde de manera similar a como lo hace el oído ante elevados niveles de presión sonora. La escala B corresponde a valores intermedios entre las dos anteriores. Una vez que el sonómetro ha detectado el ruido, lo ha amplificado y lo ha pasado a través de una de las escalas, vuelve nuevamente a amplificarse y va a un promediador de energía que servirá para definir su dimensión. Todos los sonómetros han de seguir unas normas básicas o mínimas que se recogen en las diferentes normativas por las que se rigen los diferentes países, de ellas, las más frecuentes son la norma ANSI S1.4-1971 (*American National Standards Institute*), o la IEC 179-1973 (*International Electrotechnical Commission*), en ellas se hace referencia a sus características, tolerancia de micrófonos, requerimientos eléctricos, etc. Atendiendo a la norma ANSI S1.4-1971, podemos diferenciar los sonómetros en tres tipos:

- Tipo 1: sonómetros de precisión
- Tipo 2: sonómetros para propósitos generales
- Tipo 3: sonómetros de control o vigilancia

Los errores de los tipos 2 y 3 son superiores a 7,5 dB para algunas frecuencias, lo que no los hace útiles para valoraciones según las normas de la *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA). En comparación a ellos, el tipo 1 tiene un error inferior a 1,5 dB, lo que los hace óptimos para determinaciones científicas.

Sonómetros integradores. Estos equipos son similares a los anteriores, pero poseen una función más, que es la de integrar el ruido que llega al aparato, y promediarlos resultados puntuales obteniendo un valor llamado nivel continuo equivalente, que es el valor promedio del nivel sonoro que existe durante todo el período de medición.

Dosímetro. Es un monitor de exposición que acumula el ruido constantemente. Son similares a los sonómetros en cuanto a que están compuestos de un micrófono registrador, filtros de frecuencias, etc. Su diferencia y utilidad radica en que calculan y registran la dosis de ruido acumulada en un determinado período de tiempo. Estas unidades son portátiles, lo que nos permiten que sean trasladadas por los trabajadores o las personas que deseen estudiar, de tal manera que pueden desplazarse normalmente en los lugares de trabajo donde se registran las fluctuaciones de ruido a las que están sometidos.

3.2.8. Congestión vehicular

Técnicamente la congestión vehicular es la situación que se crea cuando el volumen de demanda de tránsito en uno o más puntos de una vía, excede el volumen máximo que puede pasar por ellos. Para que se produzca la congestión es necesario, que haya un aumento en el volumen de la demanda o una disminución del volumen máximo posible del punto de la vía considerado. Estos cambios pueden ocurrir a lo largo de la vía o lo largo del tiempo. (CEPAL, 2002). El primer caso ocurre cuando el volumen máximo posible en el punto de la vía considerado, es menor al volumen de la demanda, por lo que dicha situación crea el denominado “embotellamiento”. (CEPAL, 2002). En el segundo caso, sucede por ejemplo, cuando aumenta la demanda de viajes, inesperadamente o no, o cuando el mal tiempo o cualquier otra circunstancia reduce la velocidad del flujo vehicular o alarga las brechas entre vehículos. (CEPAL, 2002). Esta definición es de tipo técnico, pero viéndolo del modo popular, la congestión es cuando la interacción vehicular es tan intensa que impide que los usuarios de una vía puedan circular por ella cómodamente y produzca retrasos para los usuarios. (ARDILA, 1995). Pero, como en los diferentes textos, no se encuentran definiciones muy rigurosas, se quiso encaminar a una definición más práctica en el caso del tránsito; en donde dos reconocidos especialistas del transporte, consideran que: “*surge la*

congestión en condiciones en que la demanda se acerca a la capacidad de la infraestructura transitada y el tiempo de tránsito aumenta a un valor muy superior al que rige en condiciones de baja demanda". (Microsoft Corporation, 2003, CD).

La congestión es causada principalmente por el uso intensivo del automóvil, cuya propiedad se ha masificado en las últimas décadas en América Latina y en todo el mundo. El automóvil posee las alternativas de facilitarles a las personas su movilidad, les otorga sensaciones de seguridad y de estatus en países que se encuentran en vía de desarrollo. (CEPAL, 2002). Las causas por las que se presenta la congestión vehicular pueden ser por:

- La demanda de transporte es "derivada", es decir, que las personas generalmente, obedecen a la necesidad de acceder a los sitios en que se llevan a cabo las distintas actividades (como el trabajo, las compras, el estudio, la recreación, el descanso, etc.) (SMITH, 1973).
- Las opciones de transporte que presentan las características más apetecidas, es decir, seguridad, comodidad, confiabilidad, autonomía, como es el caso del automóvil, las cuales hacen un mayor uso del espacio vial por pasajero. (SMITH, 1973)

Con lo anteriormente expresado, la congestión vehicular se presenta en diversos lugares, debido a la gran cantidad de actividades y desplazamientos que tienen que hacer las personas cotidianamente, produciendo diferentes secuelas negativas de contaminación, gasto de recursos privados y sociales, y un deterioramiento de la calidad de vida de las personas.

3.2.9. Contaminación acústica generada por el tráfico vehicular

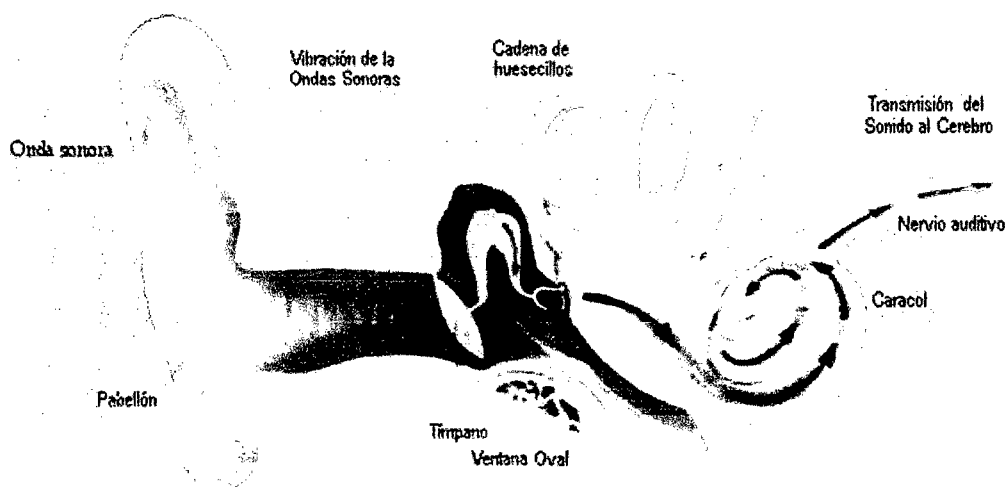
Los vehículos son las principales fuentes de ruido en las urbes. Aproximadamente, el 80% del ruido que se genera en las ciudades es responsabilidad del tránsito vehicular. Esto se debe a que a partir de la década de los 70's se ha presentado un aumento exponencial de los medios de transporte y de su utilización, provocando un sensible incremento de los niveles del ruido en los ambientes exteriores, principalmente en los núcleos urbanos y en las carreteras. El ruido generado por el tráfico vehicular es una secuencia temporal de la suma de niveles sonoros variables emitidos por los vehículos que transitan. Proceden del motor y de las transmisiones, y de la fricción causada por el contacto del vehículo con el suelo y el aire. Todo ello aumenta el nivel sonoro con el incremento de la velocidad y del deterioro del pavimento.

Otras circunstancias relevantes en la generación de esta clase de ruido son el volumen y la configuración del vehículo, la cantidad de las unidades que circulan, y las que lo hacen al mismo tiempo por un lugar determinado; el tipo de calzada, adoquines, concreto, asfalto, etc.(7). Las medidas correctivas para reducir los niveles de ruido originado por esos aspectos se ve que, unas son de carácter legal, que obligan a reducir los niveles de ruido de las unidades, otras se materializan en el diseño de la vía, y en los materiales que se utilizan; otras son medidas de mitigación, como las pantallas y los túneles que dificultan la transmisión de la onda sonora desde donde se produce, hasta donde se recibe. Por otro lado, para evitar las reflexiones sonoras, el método más eficaz es el de los revestimientos acústicamente absorbentes. El método más efectivo son los túneles, aunque resultan más caros; sin embargo, se debe tener mucho cuidado para evitar el efecto túnel, que consiste en la acumulación de ruidos en la salida (7).

3.2.10. Efectos del ruido en el ser humano

El ruido aparenta ser el más inofensivo de los agentes contaminantes, puesto que es percibido fundamentalmente a través de un solo sentido; el oído, y ocasionalmente, en presencia de grandes niveles de presión sonora, por el tacto (percepción de vibraciones); en cambio, el

resto de los agentes contaminantes son captados por varios sentidos con similar nivel de molestia. Como si esto fuera poco, la percepción y daños de estos contaminantes suele ser instantánea; a diferencia del ruido, cuyos efectos son mediatos y acumulativos. En la Figura 4 se muestra la fisiología del oído humano.



Fuente: Candia, S. 2009.

Figura 4. Fisiología del oído humano.

Efectos auditivos. La exposición a niveles de ruido intenso durante un período de tiempo significativo da lugar a pérdidas de audición, que si en un principio son recuperables cuando el ruido cesa, con el tiempo pueden llegar a hacerse irreversibles, convirtiéndose en sordera. A su vez, la exposición a niveles de ruido de mediana intensidad, pero con una prolongación mayor en el tiempo, repercute en forma similar,

traduciéndose ambas situaciones en desplazamientos temporales o permanentes del umbral de audición. Los métodos de evaluación se realizan a través de análisis audiométricos y/u otoscopios.

Interferencia en la comunicación oral. La inteligibilidad de la comunicación se reduce por el ruido de fondo. El oído es únicamente un transductor; no discrimina entre fuentes de ruido. La separación e identificación de las fuentes sonoras ocurre en el cerebro. La voz humana produce sonido en el rango 100 a 10.000 Hz; pero prácticamente toda la información verbal está contenida en la región de 200 a 6.000 Hz. La banda de frecuencia para la inteligibilidad de la palabra (entender palabra y frases) está contenida entre 500 y 2.500 Hz. Se cree que tanto en las oficinas como en escuelas y hogares, la interferencia en la conversación constituye una fuente importante de molestias.

Efectos no auditivos. Además de las afecciones causadas por el ruido al oído, éste actúa negativamente sobre otras partes del organismo, donde se ha comprobado que bastan 50 a 60 dB(A) para que se desarrollen enfermedades asociadas al estímulo sonoro. En presencia de ruido, el organismo adopta una postura defensiva y hace uso de sus mecanismos de protección. Se han podido observar efectos vegetativos como la

modificación del ritmo cardíaco, y vasoconstricciones del sistema periférico. Entre los 95 y 105 dB(A) se producen afecciones en el riego cerebral.

Efectos sobre el sueño. El ruido puede provocar dificultades para conciliar el sueño, y también despertar a quienes están ya dormidos. En numerosas ocasiones se ha escuchado la típica frase de que el sueño es la actividad que copa un tercio de nuestras vidas, y éste permite entre otras cosas descansar, ordenar, y proyectar nuestro consciente. Se ha comprobado que sonidos del orden de los 60 dB(A) reducen la profundidad del sueño.

Efectos sobre la conducta. La aparición súbita de un ruido, o la presencia de un agente sonoro molesto para el sujeto pueden producir alteraciones en su conducta que, al menos momentáneamente, esta se vuelva más abúlica, o más agresiva, a mostrar el sujeto mayor grado de desinterés o irritabilidad.

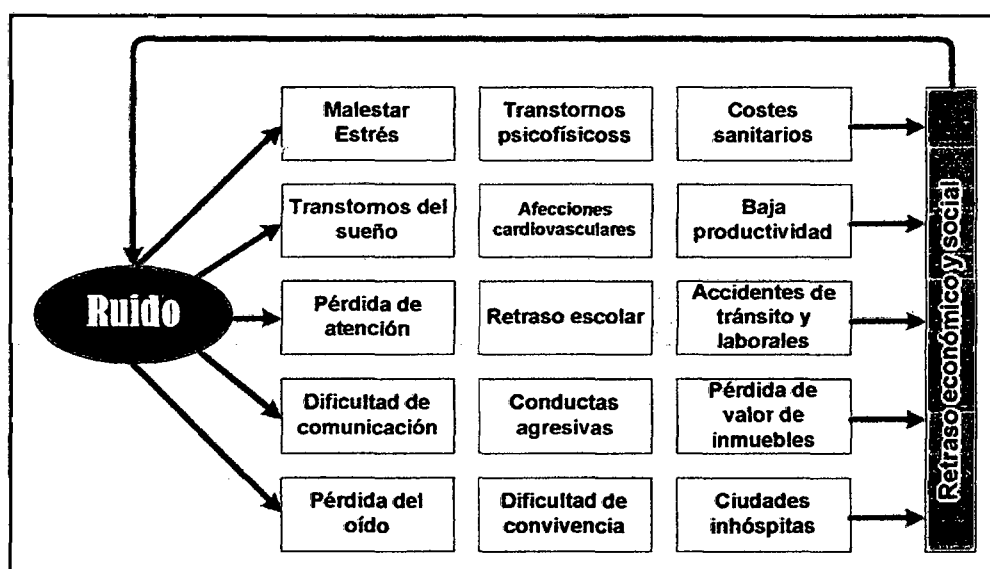
Efectos en la atención. El ruido repercute sobre la atención, focalizándola hacia los aspectos más importantes de la tarea, en detrimento de aquellos otros aspectos considerados de menor relevancia.

Estrés. Parece probado que el ruido se integra como un elemento estresante fundamental, y no sólo los ruidos de alta intensidad son los nocivos, sino incluso los débiles.

Efectos en el embarazo. Se ha observado que las madres embarazadas que han estado desde el principio en una zona muy ruidosa tienen niños que no sufren alteraciones, pero si se han instalado en estos lugares después de los cinco meses de gestación, posterior al parto los niños no soportan el ruido, lloran cada vez que lo sienten; además al nacer, su tamaño es inferior al normal.

Efectos sobre los niños. El ruido es un factor de riesgo para la salud infantil, y repercute negativamente en su aprendizaje. Educados en un ambiente ruidoso se convierten en menos atentos a las señales acústicas, y sufren perturbaciones en su capacidad de escuchar, y un retraso en el aprendizaje de la lectura. Dificulta la comunicación verbal, favoreciendo el aislamiento y la poca sociabilidad. La exposición al ruido afecta al sistema respiratorio; disminuye la actividad de los órganos digestivos, acelerando el metabolismo y el ritmo respiratorio; provoca trastornos del sueño; irritabilidad; fatiga psíquica, etc.

Efectos en la memoria. En aquellas tareas en donde se utiliza la memoria se ha demostrado que existe un mayor rendimiento en aquellos individuos que no están sometidos al ruido, debido a que este produce crecimiento en la activación del sujeto y esto en relación con el rendimiento en cierto tipo de tareas, produce una sobre activación traducida en el descenso del rendimiento. El ruido hace que la articulación en una tarea de repaso sea más lenta, especialmente cuando se tratan palabras desconocidas o de mayor longitud, es decir, en condiciones de ruido, el individuo se desgasta psicológicamente para mantener su nivel de rendimiento. Todo ello se resume en la Figura 5 (31, 32).



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Efectos generales del ruido

3.3. MARCO LEGAL

1. Constitución Política del Perú de 1993. Artículo 67.- **Política Ambiental.** El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.
2. Ley General de Salud, Ley N° 26842, publicada el 20/07/1997 Artículo 105°.- Corresponde a la Autoridad de Salud competente, dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia.
3. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Decreto Supremo N° 85-2003-PCM, publicada el 30-10-2003. El objetivo de la norma es establecer los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible. En sus disposiciones complementarias; tercera, expresa, Las autoridades ambientales dentro del ámbito de su competencia propondrán los límites máximos permisibles, o adecuarán los existentes a los estándares.

4. Ley de Bases de la Descentralización N° 27 783, publicada el 20-07-2002. El artículo 9, define en su numeral 9.1 a la autonomía política como aquella facultad de adoptar y concordar las políticas, planes y normas en los asuntos de su competencia, aprobar y expedir sus normas, es decidir, a través de sus órganos de gobierno y desarrollar las funciones que le son inherente.

5. Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Ley N° 29325. Art. 3. Finalidad. El SINEFA tiene por finalidad asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental por parte de todas las personas naturales y jurídicas, así como supervisar y garantizar que las funciones de evaluación, supervisión, fiscalización, control y potestad sancionadora en materia ambiental, a cargo de diversas entidades del estado se realicen de forma independiente, imparcial, ágil y eficiente, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente y demás normas, políticas, planes, estrategias, programas y acciones destinados a coadyuvar a la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales, al desarrollo de las actividades productivas y el aprovechamiento

sostenible de los recursos naturales que contribuyan a una activa gestión y protección del ambiente.

6. ISO 1996 – Evaluación del ruido ambiental

La ISO 1996 “Acústica – Descripción y Medición del Ruido Ambiental” es una norma básica en la evaluación del ruido ambiental, sirviendo de referencia en la materia. Se divide en tres partes:

- ISO 1996 Parte 1 (1982): Cantidades básicas y procedimientos.
- ISO 1996 Parte 2 (1987): Adquisición de datos pertinentes al uso del suelo (corregido 1998).
- ISO 1996 Parte 3 (1987): Aplicación a los límites de ruido.

Define la terminología básica incluyendo el parámetro Nivel de Evaluación y describe las prácticas recomendadas para evaluar el ruido ambiental.

La norma ISO 1996 está actualmente sometida a revisión centrándose ésta tanto en técnicas de medición actualizadas como en la mejora de procedimientos, tales como la identificación de datos, y

proporcionar información en la investigación del efecto de los niveles de ruido a partir de fuentes diferentes.

7. ISO 9613 – CÁLCULO

La ISO 9613 "Acústica – Atenuación del sonido durante su propagación en el exterior" se divide en dos partes:

- ISO 9613 Parte 1 (1993): Cálculo de la absorción del sonido por la atmósfera.
- ISO 9613 Parte 2 (1996): Método General de Cálculo.

Define un método de cálculo basado en octavas teniendo como referencia fuentes puntuales con un nivel de potencia sonora definido. Las fuentes lineales pueden obtenerse mediante adición de fuentes puntuales.

8. IEC 60651, IEC 60804 Y IEC 61672 – Sonómetros

Estas tres normas están agrupadas juntas ya que tratan acerca de los sonómetros. Las normas internacionales (IEC (Siglas en inglés): Comisión Electrónica Internacional) para los sonómetros están aceptadas

en todos los países del mundo. Son importantes porque todas las normas de medida se refieren a normas de sonómetros para definir la instrumentación requerida. En la mayoría de países, se requieren equipos de tipo 1 para mediciones de ruido ambiental.

- IEC 60 651 – Sonómetros (1979, 1993): Define los sonómetros en cuatro grados de precisión (Tipos 0, 1, 2 y 3). Especifica características incluyendo la directividad, ponderación frecuencial y temporal y sensibilidad a ambientes varios. Establece pruebas para verificar el cumplimiento con las características especificadas.
- IEC 60 804 – Sonómetros integradores-promediadores (1985, 1989, 1993): Es una norma adicional a la IEC 60 651 que describe este tipo de instrumento (es decir, aquellos que miden L_{eq}).
- IEC 61 672 – Sonómetros: Es una nueva versión de la norma IEC de sonómetros que reemplazará a la IEC 60 651 y a la IEC 60 804. Cambios principales: especificaciones más duras, el tipo 3 desaparece. Implicaría la mejora de la calidad y de los ensayos de la instrumentación así como una mejora de la precisión.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. DIAGNÓSTICO

Dado el objetivo de realizar un diagnóstico de la contaminación sonora emitida por el tráfico vehicular, el primer paso fue seleccionar una vía (la Av. Bolognesi) para conocer las actividades de los ciudadanos de Tacna que son afectados por este tipo de contaminación en función de la medición de la presión sonora en dBA.

En lo que respecta a las técnicas de recolección de información, básicamente este estudio presenta dos técnicas de recolección de información. La primera está basada en la recolección de datos de campo por medio de un instrumento de medición (Sonómetro) con el que se obtendrán los valores del indicador $L_{eq(A)}$ relacionados con el ruido vehicular como el principal componente del ruido ambiental de la ciudad de Tacna. La segunda es una encuesta subjetiva.

4.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo consiste en un análisis descriptivo exploratorio y de campo en la cual se ha utilizado las leyes ambientales del país y las ordenanzas dadas por la municipalidad de Tacna, para proponer las medidas correctivas al sistema de gestión ambiental sobre ruido con que cuenta esta ciudad.

Dentro del marco mencionado, este estudio tiene un carácter exploratorio (Hernández, Fernández y Baptista. 1998; p. 58) que representa uno de los primeros acercamientos al fenómeno de la contaminación sonora emitida por el tráfico vehicular, pues intenta generar un conocimiento básico que permita un incremento en las investigaciones en el tema en la ciudad de Tacna. Este estudio es de campo, porque trata de comprender y resolver el problema de contaminación sonora, mediante la medición del ruido para determinar las zonas más críticas y la consulta a los ciudadanos. El diseño de la investigación de este estudio corresponde al no experimental, puesto que no se ha manipulado la variable, es decir, no se ha hecho variar intencionalmente la variable, observando el fenómeno tal y como se da en su contexto natural, para luego analizarlo. En esa perspectiva lo señala

Kerlinger (1979, p.116), "La investigación no experimental o ex post facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o las condiciones". Esta investigación se enmarca dentro de este concepto. A su vez, es un diseño de investigación transeccional o transversal, debido a que la recolección de datos es en un solo momento, es decir, en un tiempo único. De otro lado, la investigación sigue una lógica descriptiva, puesto que busca especificar el grado de contaminación sonora vehicular, sus efectos percibidos por los ciudadanos y el grado de educación ambiental que se tiene sobre este contaminante, para analizar su incidencia y los valores en que se manifiesta en lugar de estudio. En consecuencia, la hipótesis también será descriptiva.

4.3. EQUIPO DE MEDICIÓN

4.3.1. El sonómetro

En el presente estudio se ha utilizado un sonómetro Extech Instruments Modelo 407764 el cual se muestra en la Figura 6. Cuyas especificaciones son:

| | |
|-------------------|-----------------------------------|
| Normas aplicables | : IEC 651 Tipo2, ANSI S1.4 Tipo 2 |
| Precisión | : $\pm 1,5$ dB. |

| | |
|---------------------------|--|
| Escala de frecuencia | : 31,5 Hz – 8KHz |
| Nivel de medición | : 30 – 130 dB |
| Ponderación de frecuencia | : A y C |
| Micrófono | : Micrófono condensador Electret de 0,5" |
| Ponderación de tiempo | : RÁPIDO: 125 mS, LENTO: 1 s |
| Peso | : 358 g incluyendo la batería. |

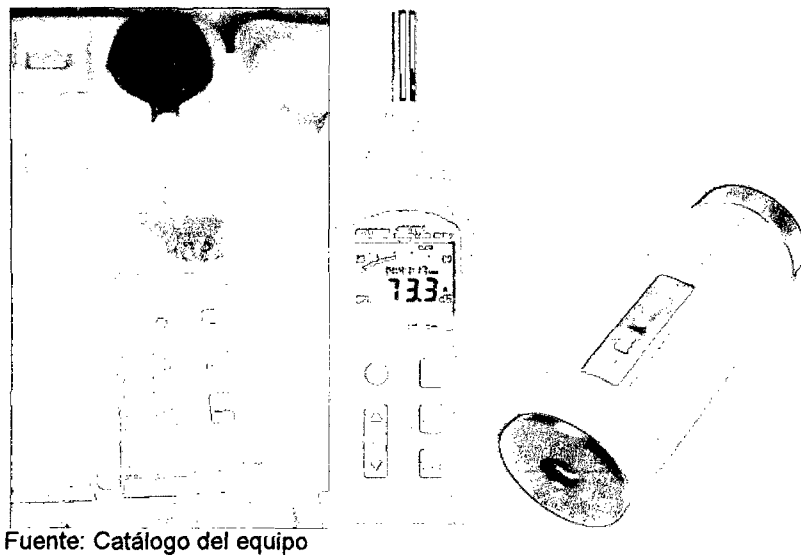
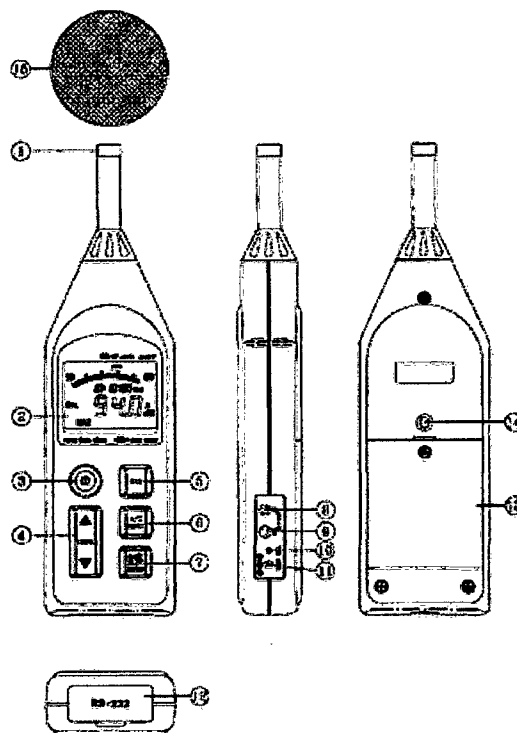


Figura 6. Sonómetro *EXTECH INSTRUMENTS* Modelo 407764 y su Calibrador 94 dB de precisión.

El sonómetro empleado consta de las siguientes partes, tal como se muestra en la Figura 7.

1. Micrófono.
2. Indicador.

3. Interruptor
4. Selector de nivel de escala.
5. Retención de máximos-
6. Selector de ponderación de frecuencia.
7. Selector de tiempo de respuesta.
8. Terminal de salida CA.
9. Terminal de salida CD.
10. Potenciómetro (CAL) de calibración.



Fuente: Catálogo del equipo.

Figura 7. Partes principales del sonómetro.

11. Fuente externa de potencia 6VCD.
12. Conector para interfaz RS-232.
13. Tapa de la batería.
14. Tornillo para montaje en trípode.
15. Pantalla contra viento.

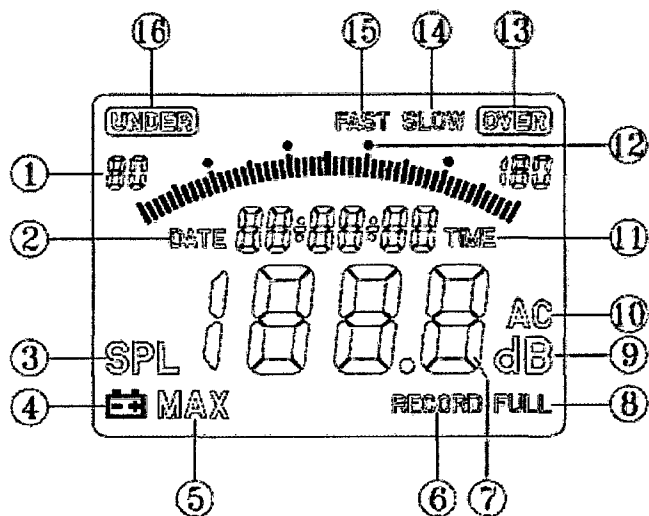
La pantalla presenta las siguientes características, tal como se muestra en la Figura 8.

1. Selección de escala.
2. Información de fecha.
3. NPS: Nivel instantáneo de presión de sonido.
4. Batería débil.
5. MAX: Se retiene el valor NPS máximo.
6. Registro de datos.
7. Valor de medida.
8. Memoria llena.
9. Unidades.
10. Ponderación de frecuencia (A/C).
11. Función de tiempo.
12. Nivel 50dB (Gráfica de barras).
13. Sobre escala.

14. Tiempo de respuesta LENTO

15. Tiempo de respuesta RÁPIDO.

16. Bajo escala.



Fuente: Catalogo del equipo.

Figura 8. Descripción de la pantalla LCD del sonómetro.

4.3.2. Procedimientos para establecer límites

La Norma ISO 1996 es un estándar general de la descripción y mediciones de ruido ambiental. La ISO 1996 puede ser el estándar base preferido para establecer los límites de ruido. Se divide en tres partes; 1996-1, -2, -3. El objetivo de los estándares es proveer a las autoridades el material para la descripción de ruido en la ciudad y en ambientes laborales. Basados en estos principios, los límites de ruido pueden

especificarse y de acuerdo con estos límites de aceptabilidad pueden controlarse utilizando el método descrito en los estándares. Las secciones del 1 al 3 no especifican los límites de ruido.

Parte 1: Cantidades y procedimientos básicos que definen las cantidades básicas que se utilizarán en la descripción del ruido en la comunidad y ambientes laborales; describe los procedimientos básicos en la determinación de estas cantidades. La parte 1 conforma las bases de partes posteriores en las series – 1996.

Parte 2: Levantamiento de datos correspondientes al uso de la tierra describe los métodos que se utilizarán para medir y caracterizar el ruido ambiental orientado principalmente al uso de la tierra. Utilizando estos datos como base, las autoridades pueden establecer un sistema para seleccionar el uso apropiado de la tierra, y lo concerniente a los niveles de ruido, de un área específica, o las fuentes de ruido que son aceptables con respecto al uso de la tierra. La Parte 2 no especifica los límites de ruido.

Parte 3: Aplicación de los límites de ruido. Establece los criterios que se deben utilizar para aplicar los límites de ruido; también describe

los procedimientos que serán usados para verificar el cumplimiento de dichos límites. Los principios fundamentales para la especificación del límite del ruido de acuerdo al ISO 1996 son:

- Los límites del ruido son especificados en términos del promedio de los niveles, L_{ArT} :

$$L_{ArT} = L_{AeqT} + K_1 + K_2 \quad [14]$$

Donde:

L_{AeqT} =Es el nivel equivalente de presión del sonido continuo con ponderación A en un período de tiempo T.

K_1 = Es un factor de “corrección” por ajuste de tono si los componentes de tono son características esenciales del sonido.

K_2 = En un factor de “corrección” por ajuste de impulso si los componentes de impulso son características esenciales del sonido.

- a. Los límites del sonido deben establecerse sobre las bases de consideraciones generales de compatibilidad con las actividades

humanas y el uso de la tierra. Dichos límites dependerán de muchos factores tales como el momento del día, las actividades que se protegerán, el tipo de fuentes de ruido, factores climáticos, sociales y económicos.

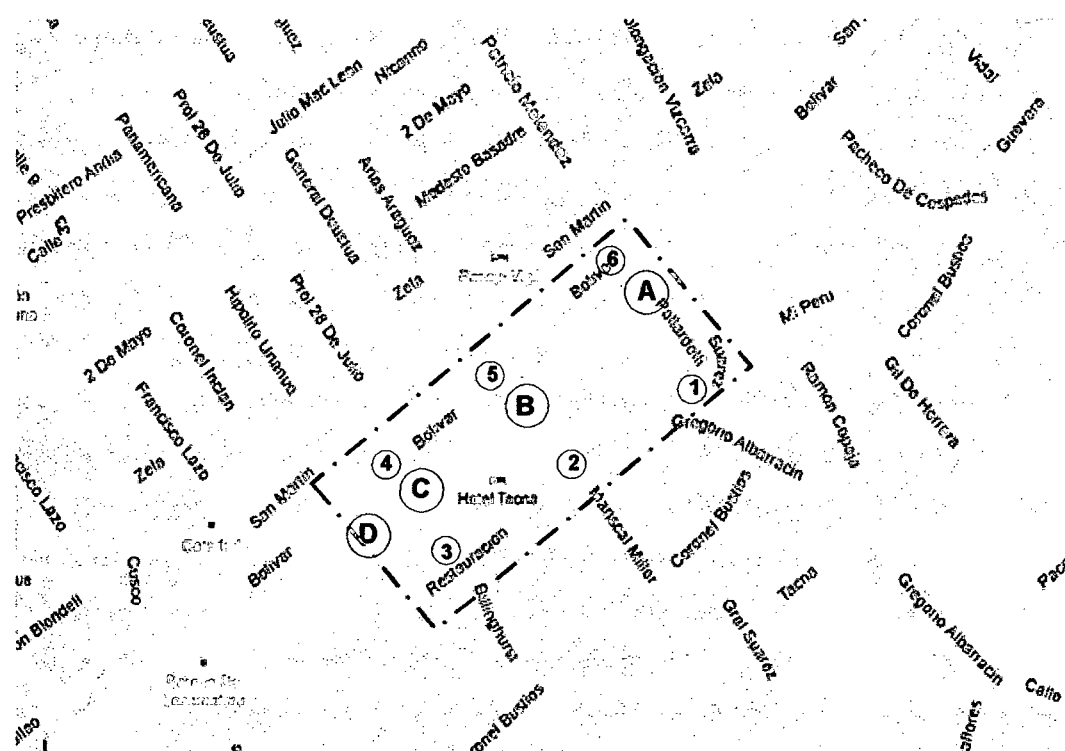
- b. Las regulaciones sobre límites del ruido deben abarcar un número de elementos básicos que, en combinación definen únicamente las circunstancias bajo las cuales pueden verificarse de acuerdo con las regulaciones. Estos elementos son como siguen:

1. Descripción del ruido
2. Intervalos relevantes de tiempo
3. Las fuentes y su condición de operación
4. Puntos donde pueden verificarse los límites de ruido
5. Condiciones meteorológicas
6. Criterios para evaluar el cumplimiento de los límites

4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para realizar el diagnóstico de la contaminación sonora emitida por el tráfico vehicular en la ciudad de Tacna (El Cercado) se contextualiza como la población de este estudio de investigación, de la cual se ha

elegido aleatoriamente el tramo de la avenida Bolognesi que se muestra en la Figura 9 de aproximadamente 1000 m de longitud, donde los puntos de medición se han fijado en las intersecciones de calles de este sector con dicha avenida.



Fuente: www.HELLOTACNA.COM y elaboración propia de la fijación de los puntos.

Figura 9. Puntos principales y auxiliares de medición del tramo del estudio.

Para determinar el efecto de la contaminación sonora en las personas que viven o laboran en este tramo de la avenida Bolognesi, considerada altamente comercial, donde hay una gran cantidad de personas expuestas diariamente al ruido emitido por el tráfico vehicular,

de ella se ha calculado la muestra a aplicar la encuesta subjetiva, empleando el método estadístico para una población infinita o desconocida, dada por la siguiente expresión:

$$N = \frac{Z^2 p * q}{e^2} \quad [15]$$

Dónde:

N = Tamaño de la muestra.

Z= 1,96 para el 95% de confianza.

P= Frecuencia esperada del factor a estudiar = 50 % = 0,5

q = Probabilidad de rechazo = 1- p = (1 – 0,5) = 0,5

e= Precisión o error admitido = 8% = 0,08

Ahora reemplazando datos en la expresión [15] se obtiene:

$$N = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,08^2} = 150$$

De esta manera se ha obtenido la muestra representativa de la población que resultó ser de 150 personas, que se aplicará en el tramo señalado en la Figura 10.



Fuente: www.HELLOTACNA.COM

Figura 10. Fotografía aérea de la zona de estudio.

4.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Básicamente este trabajo presenta dos técnicas de recolección de información. La primera está basada en la recolección de datos por medio de un instrumento de medición (Extech Instruments Modelo 407764) con el que se obtendrán los valores de nivel de presión sonora y todos los datos de campo relacionados con el ruido vehicular en el tramo señalado de la Avenida Bolognesi tal como se muestra en la Figura 11.

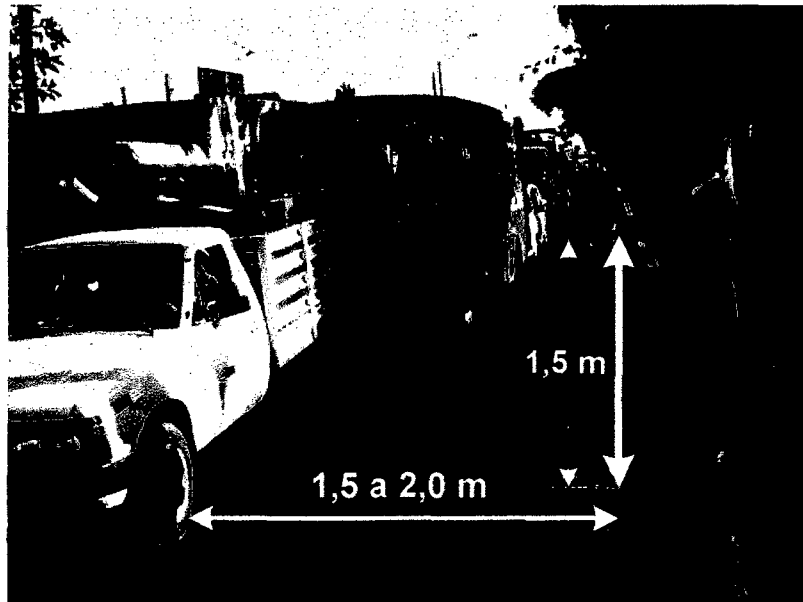


Figura 11. Detalle de la configuración de la medición del ruido.

El indicador más comúnmente usado para la evaluación del ruido generado por el tráfico vehicular, es el nivel de presión sonora continua equivalente (L_{eq}), y los índices estadísticos, expresados en decibeles tipo A ($dB(A)$):

Las mediciones fueron hechas configurando el equipo de la siguiente manera:

- Ponderación de tiempo: Fast – Rápido.
- Ponderación de frecuencia: A.

- Tiempo de evaluación: 4 minutos (4 muestras de 0,5 minutos de duración, por cada punto de medición)
- Calibración del sistema: Antes de cada salida a la zona determinada.
- El sonómetro se ubicó a una altura de 1,5 m, apuntando el micrófono hacia la fuente emisora y alejado de 1,5 a 2,0 m. En cuanto a las condiciones climatológicas correspondió a un día soleado y corriente de aire suave.

La segunda es una encuesta subjetiva que se realizó a la población que se ve afectada por el problema de ruido del tráfico vehicular, ya sea como origen del problema o mecanismo técnico de control con el fin de conocer y evaluar la situación desde el punto de vista fisiológico, legal y económico. La estructura o diseño de la encuesta se muestra en el Anexo B.

Se emplea la encuesta porque es una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones impersonales interesan al investigador. Para ello, a diferencia de la entrevista, se utiliza un listado de preguntas escritas que se entregan a los sujetos, a fin de que las contesten igualmente por escrito. Ese listado se denomina cuestionario.

Es impersonal porque el cuestionario no lleva el nombre ni otra identificación de la persona que lo responde, ya que no interesan esos datos. Es una técnica que se puede aplicar a sectores más amplios del universo, de manera mucho más económica que mediante entrevistas. Su instrumento es el cuestionario constituido de preguntas cerradas y abiertas.

CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. PRESENTACIÓN DE LOS DATOS DE CAMPO

5.1.1. Presentación y análisis de la contaminación sonora

Después de llevarse a cabo el levantamiento de datos de la contaminación en los puntos previamente seleccionados en el tramo considerado de la avenida Bolognesi, se pretende conocer el nivel de contaminación sonora en toda esta zona, para su tratamiento se han empleado las siguientes fórmulas estadísticas:

La *media*, definida por la siguiente expresión matemática

$$L_{Aeq,d} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n_i} \quad [16]$$

Dónde:

$$L_{Aeq,d} = \text{Media.}$$

L_i = Valor del nivel L_{Aeq} de la muestra.

i = Número de datos recolectados en la prueba ($i = 1, 2, 3 \dots, n$).

n = Total de muestras evaluadas.

La *desviación estándar*, donde si ésta es menor al 5 % de la media de los datos, se puede utilizar el valor de la media aritmética como media encontrada en el lugar de medición. Su expresión típica es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (L_i - L)^2}{n}} \quad [17]$$

Si la desviación porcentual entre la media y la desviación no se cumple se deberá evaluar posibles fuentes de error como datos atípicos y eliminarlos.

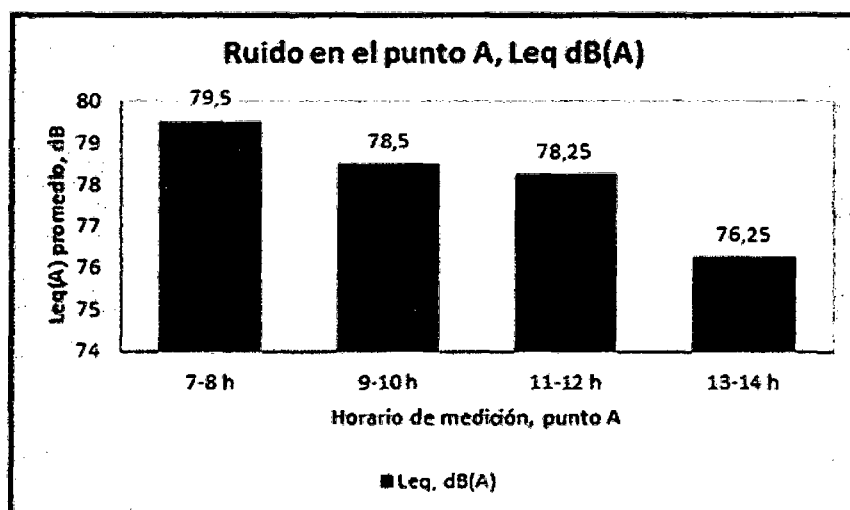
Si el problema persiste, los datos pueden estar mal tomados o puede darse la posibilidad, que en una misma área de medición las condiciones de ruido varían de manera drástica; en este caso, será necesario subdividir el área y realizar un análisis separado.

A continuación se muestran los valores de presión sonora equivalente (Leq) obtenidos en las mediciones realizadas en cada punto.

Cuadro 1
Valores promedio (Leq) para el punto A

| PUNTO DE MUESTREO | Presión sonora continua equivalente, Leq(dB(A)) | | | | Promedio Leq(dB(A)) | Desviación estándar |
|-----------------------------------|---|--------------|---------------|---------------|---------------------|---------------------|
| | 22 de junio de 2010 | | | | | |
| | 7,00 a 8,00 | 9,00 a 10,00 | 11,00 a 12,00 | 13,00 a 14,00 | | |
| Punto A | 85 | 88 | 88 | 86 | | |
| Patricio Meléndez – Av. Bolognesi | 87 | 89 | 89 | 80 | | |
| | 86 | 87 | 87 | 85 | | |
| | 89 | 89 | 90 | 88 | | |
| | 86,75 | 88,25 | 88,5 | 84,75 | 87,06 | 1,493 |

Fuente: Elaboración propia



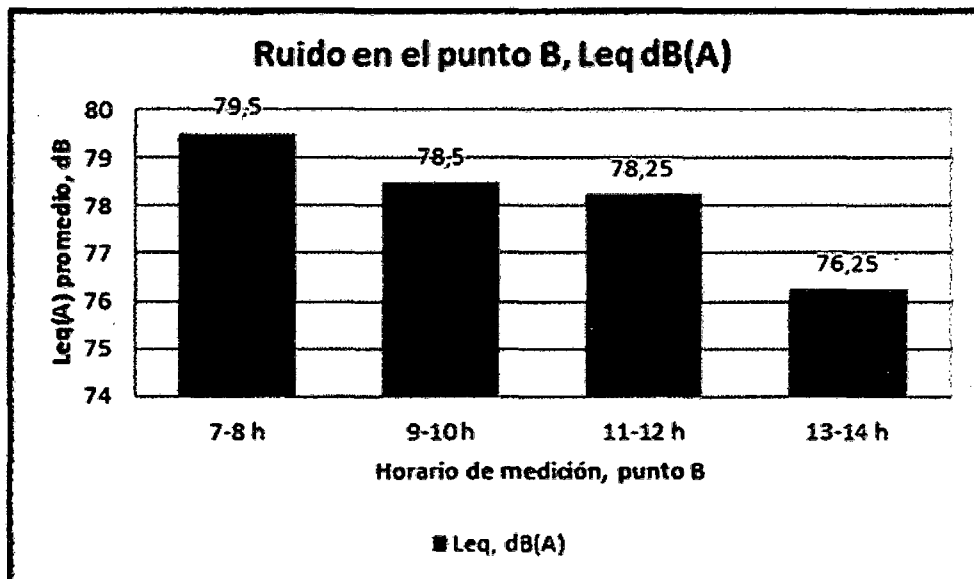
Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Niveles de ruido para el punto de medición, Cruce calle Patricio Meléndez – Av. Bolognesi

Cuadro 2
Valores promedio (Leq) para el punto B

| PUNTO DE MUESTREO | Presión sonora continua equivalente, Leq(dB(A)) | | | | Promedio Leq(dB(A)) | Desviación estándar |
|---|---|--------------|--------------|--------------|---------------------|---------------------|
| | 22 de junio de 2010 | | | | | |
| | 7,00 | 9,00 | 11,00 | 13,00 | | |
| | a | a | a | a | | |
| | 8,00 | 10,00 | 12,00 | 14,00 | | |
| Punto B | 84 | 86 | 87 | 87 | | |
| Cruce calle Miller – Av. Bolognesi | 83 | 85 | 84 | 85 | | |
| | 82 | 86 | 88 | 86 | | |
| | 85 | 84 | 86 | 87 | | |
| | 83,5 | 85,25 | 86,25 | 86,25 | 85,31 | 1,123 |

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

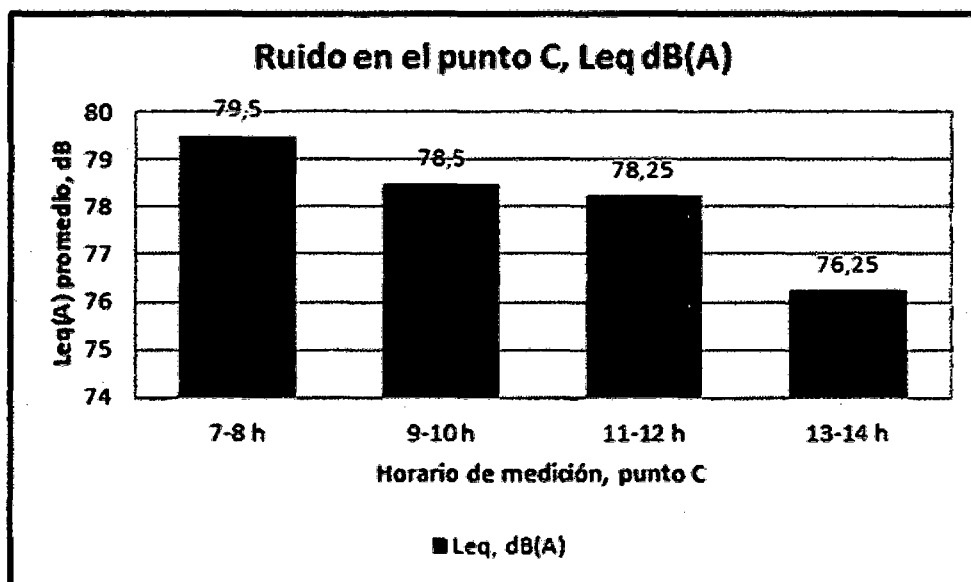
Figura 13. Niveles de ruido para el punto de medición en Cruce calle Miller – Av. Bolognesi

Cuadro 3

Valores promedio (Leq) para el punto C

| PUNTO DE MUESTREO | Presión sonora continua equivalente, Leq(dB(A)) 22 de junio de 2010 | | | | Promedio Leq(dB(A)) | Desviación estándar |
|--|--|--------------|---------------|---------------|---------------------|---------------------|
| | 7,00 a 8,00 | 9,00 a 10,00 | 11,00 a 12,00 | 13,00 a 14,00 | | |
| | Punto C | 82 | 84 | 80 | | |
| Cruce calle Billingurst- Av. Bolognesi | 81 | 80 | 81 | 81 | | |
| | 81 | 84 | 82 | 78 | | |
| | 80 | 82 | 82 | 79 | | |
| | 81 | 82,5 | 81,25 | 80 | 81,188 | 0,890 |

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Niveles de ruido para el punto de medición en Cruce calle Billingurst – Av.

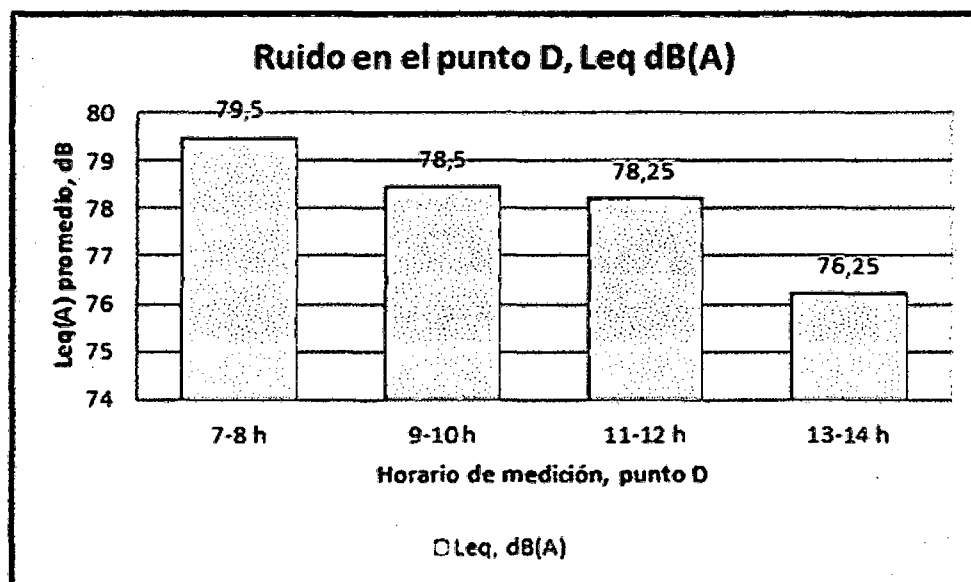
Bolognesi

Cuadro 4

Valores promedio (Leq) para el punto D

| PUNTO DE MUESTREO | Presión sonora continua equivalente, Leq(dB(A)) 22 de junio de 2010 | | | | Promedio Leq(dB(A)) | Desviación estándar |
|------------------------------------|--|--------------|---------------|---------------|---------------------|---------------------|
| | 7,00 a 8,00 | 9,00 a 10,00 | 11,00 a 12,00 | 13,00 a 14,00 | | |
| Punto D | 81 | 79 | 76 | 79 | | |
| Cruce calle Ugarte – Av. Bolognesi | 78 | 76 | 80 | 77 | | |
| | 80 | 81 | 79 | 73 | | |
| | 79 | 78 | 78 | 76 | | |
| | 79,50 | 78,50 | 78,25 | 76,25 | 78,13 | 1,18 |

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15. Niveles de ruido para el punto de medición en Cruce calle Ugarte – Av.

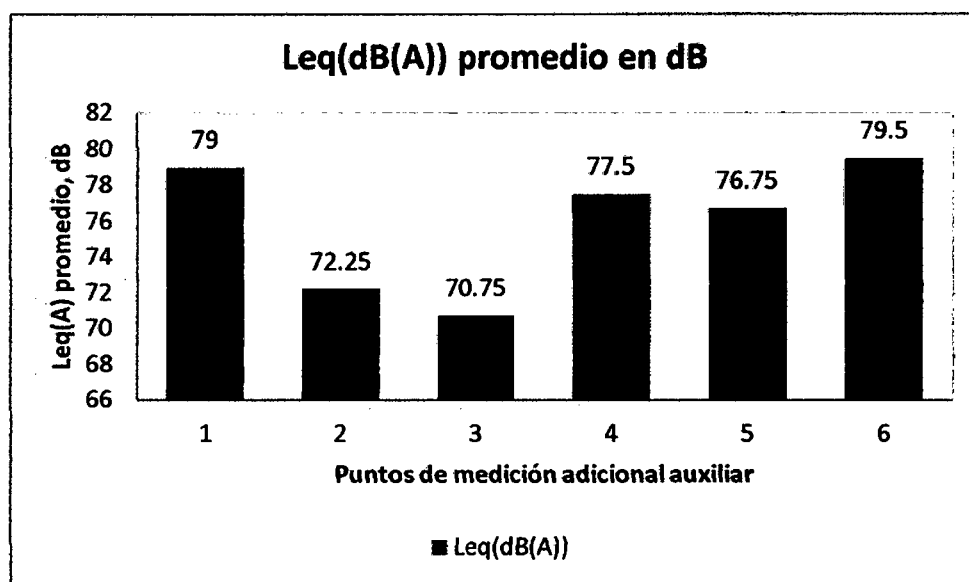
Bolognesi

Cuadro 5

Valores promedio (Leq) para los puntos auxiliares

| PUNTO DE MUESTREO | Presión sonora continua equivalente, Leq(dB(A)) 22 de junio de 2010 | | | | Promedio Leq(dB(A)) |
|-------------------|--|--------------|---------------|---------------|---------------------|
| | 7,00 a 8,00 | 9,00 a 10,00 | 11,00 a 12,00 | 13,00 a 14,00 | |
| 1 | 78 | 79 | 80 | 79 | 79,00 |
| 2 | 75 | 70 | 71 | 73 | 72,25 |
| 3 | 70 | 71 | 73 | 69 | 70,75 |
| 4 | 79 | 77 | 76 | 78 | 77,50 |
| 5 | 79 | 76 | 78 | 74 | 76,75 |
| 6 | 80 | 81 | 79 | 78 | 79,50 |

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Valores promedio (Leq) para los puntos auxiliares

Con el fin de diagnosticar sistemáticamente el nivel de contaminación sonora por la emisión del tráfico vehicular de la zona o

tramo de la Av. Bolognesi en estudio, fue necesario llevar a cabo un análisis de los niveles sonoros expresados por el indicador L_{eq} obtenidos en los puntos muestreados.

Este indicador que es internacional, permitió analizar de manera sencilla el comportamiento de los niveles de ruido vehicular percibidos en el tramo de estudio; que como se observa en los cuadros y gráficos, el nivel de ruido que se percibe en este tramo todo el tiempo los valores exceden los niveles máximos permitidos en normas nacionales como internacionales que es de 55 a 65 dB.

En el interior de los minibuses el valor de todas las líneas existentes es en promedio de 78 dB(A) y en los taxis oscila entre 65 y 70 dB(A).

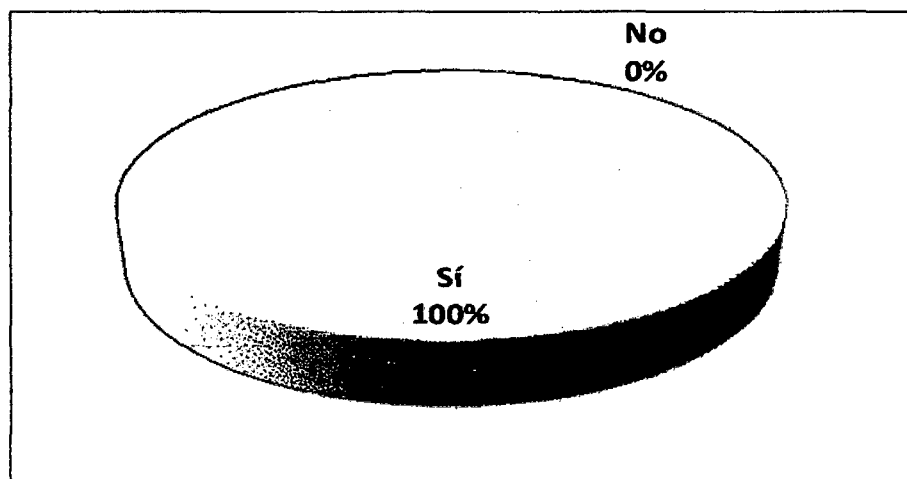
5.1.2. Presentación y análisis de la encuesta subjetiva a la población afectada por contaminación sonora del tráfico vehicular

Pregunta 1. ¿Considera que el ruido del tráfico vehicular presente en este tramo de la Av. Bolognesi es molesto e interrumpe alguna de las actividades que a diario realiza para vivir? (Trabajo, dormir, estudio, tiempo libre, descanso).

Cuadro 6
Población afectada por el ruido del tráfico vehicular en la Av. Bolognesi.

| Alternativas | Encuestados | Porcentaje |
|--------------|-------------|------------|
| | N° | % |
| Sí | 150 | 100 |
| No | 0 | 0 |
| Total | 150 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Población afectada por el ruido del tráfico vehicular en la Av. Bolognesi, tramo A-D, encuesta subjetiva

Análisis e interpretación

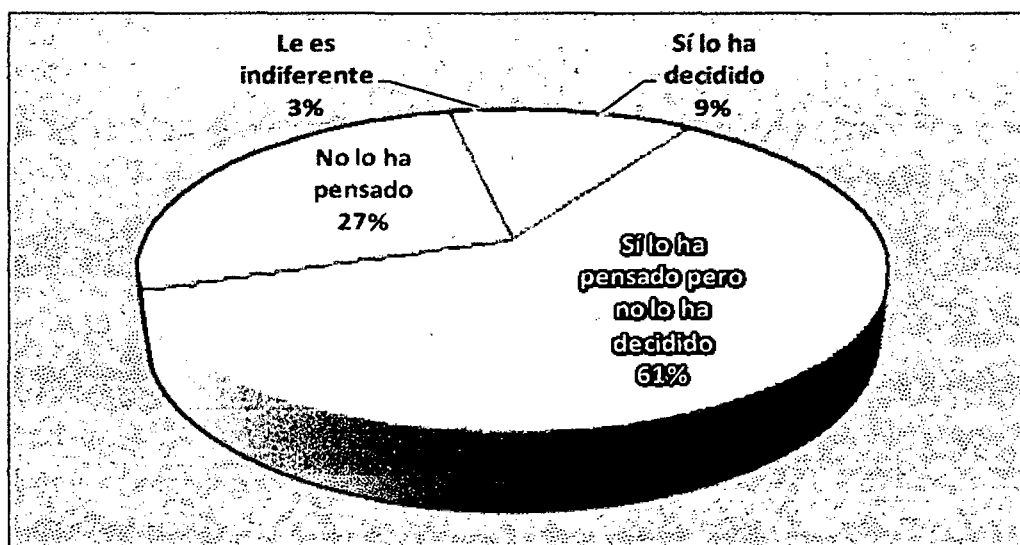
La Figura 17 indica que el 100 % de la muestra encuestada se ven afectados por lo menos en una de sus actividades por el ruido ambiental y por el ruido del tráfico vehicular durante su permanencia en esta zona.

Pregunta 2. ¿Ha pensado o ha decidido cambiar de vivienda, oficina o establecimiento comercial a causa del ruido emitido por el tráfico vehicular?

Cuadro 7

Decisión de la población a cambiar de residencia por causa del ruido vehicular emitido en el tramo A-D de la Av. Bolognesi.

| Alternativas | Encuestados | Porcentaje |
|---|-------------|------------|
| | N° | % |
| Sí lo ha decidido | 14 | 9 |
| Sí lo ha pensado pero no lo he decidido | 91 | 61 |
| No lo ha pensado | 40 | 27 |
| Le es indiferente | 5 | 3 |
| Total | 150 | 100 |



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Resultado de la pregunta 2 de la Encuesta.

Análisis e interpretación

La Figura 18 muestra que el 61 % de los encuestados han pensado cambiar de residencia pero no lo han decidido y un 9 % sí lo ha decidido a causa del ruido emitido por el tráfico vehicular del tramo en estudio de la Av. Bolognesi.

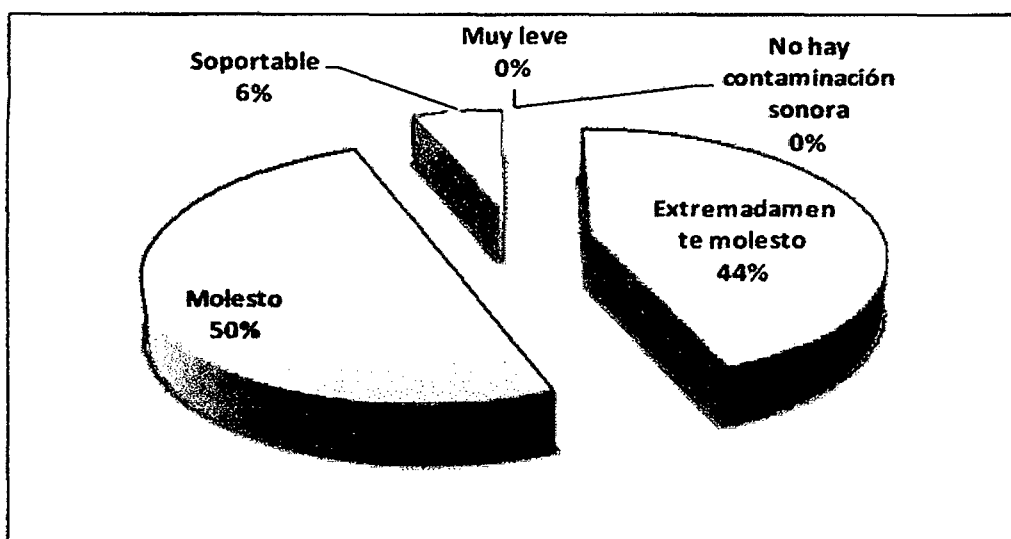
Pregunta 3. Califique el grado de contaminación sonora vehicular en este lugar.

Cuadro 8

Calificación del grado de contaminación sonora en el tramo A-D de la Av. Bolognesi

| Alternativas | Encuestados N° | Porcentaje % |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Extremadamente molesto | 66 | 44 |
| Molesto | 75 | 50 |
| Soportable | 9 | 6 |
| Muy leve | 0 | 0 |
| No hay contaminación sonora | 0 | 0 |
| Total | 150 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 19. Resultado de alternativas de la pregunta 3 de la Encuesta

Análisis e interpretación

En el Cuadro 8 y la Figura 19 muestra que el 50 % considera que el ruido del tráfico vehicular es molesto y el 44 % manifiesta a través de la encuesta que este ruido es extremadamente molesto.

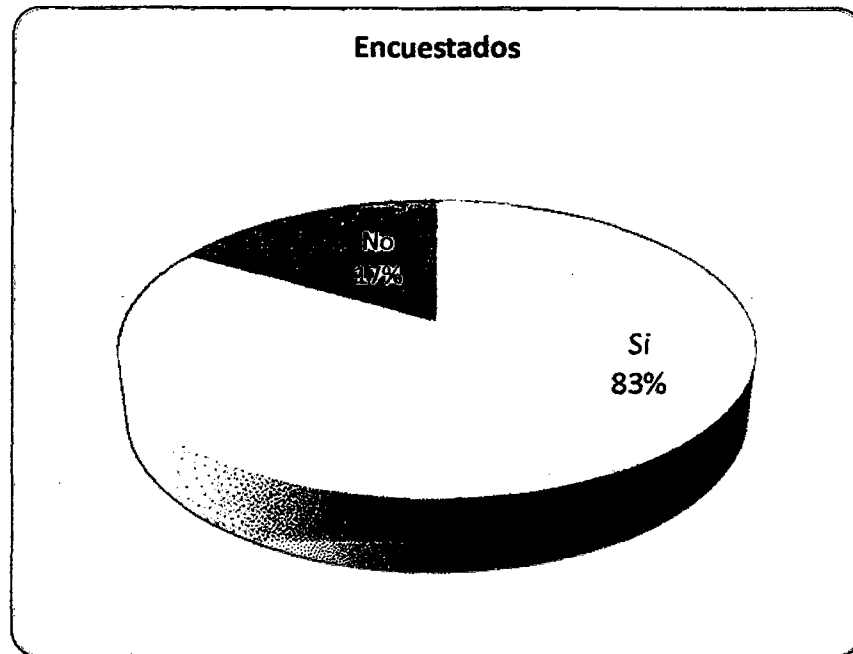
Pregunta 4. ¿Considera que el ruido del tráfico vehicular ha afectado su salud?

Cuadro 9

El ruido del tráfico vehicular afecta la salud

| Alternativas | Encuestados | Porcentaje |
|--------------|-------------|------------|
| | Nº | % |
| Sí | 125 | 83 |
| No | 25 | 17 |
| TOTAL | 150 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Resultados de la pregunta 4 de la Encuesta.

Análisis e interpretación

La Figura 20 muestra que el 83 % de los encuestados indican que el ruido vehicular ha afectado su salud y hay 17 % que indican que no, sin duda este porcentaje corresponde a personas jóvenes que están poco tiempo trabajando en las galerías.

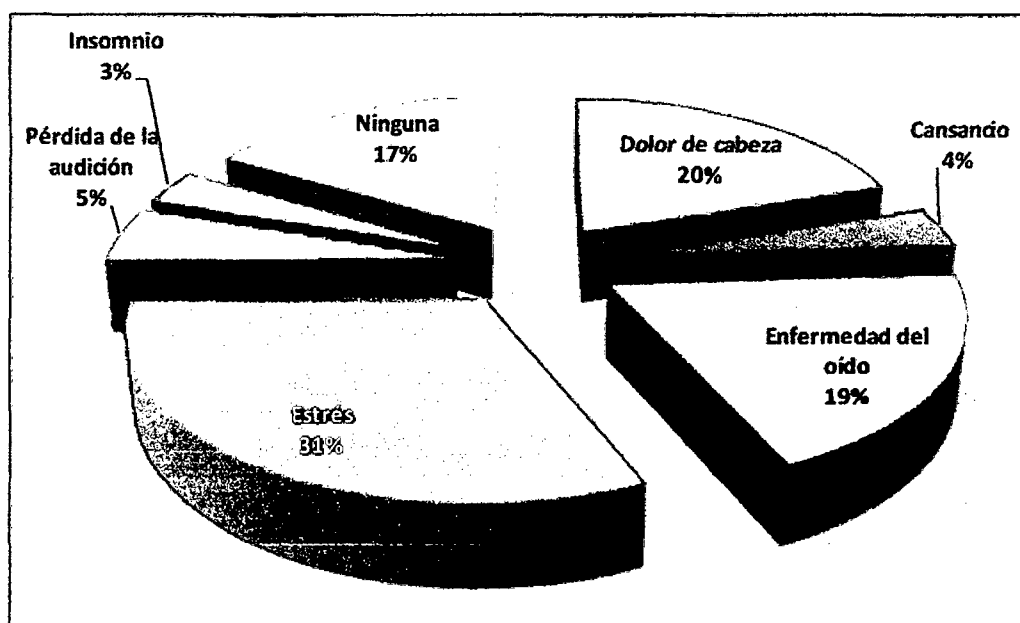
Pregunta 5. Si es Sí ¿De qué forma?

Cuadro 10

Formas que afecta a la salud el ruido vehicular

| Alternativas | Encuestados | Porcentaje |
|------------------------|-------------|------------|
| | Nº | % |
| Dolor de cabeza | 30 | 20 |
| Cansancio | 6 | 4 |
| Enfermedad del oído | 29 | 19 |
| Estrés | 47 | 31 |
| Pérdida de la audición | 8 | 5 |
| Insomnio | 5 | 3 |
| Ninguna | 25 | 17 |
| Total | 150 | 100 |

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Resultados de la pregunta 5 de la Encuesta.

Análisis e interpretación

Para ésta pregunta subjetiva (ya que no se realizaron estudios que certifiquen los daños que las personas manifiestan), se ve un claro comportamiento de forma negativa del ruido con respecto a la salud física y mental de los ciudadanos.

De ésta forma se muestra que la población se está viendo afectada en su diario vivir por el ruido emitido por el tráfico vehicular. Las molestias más comunes en las personas encuestadas presenta graves problemas de estrés en un 31 %, dolor de cabeza en un 20 %, enfermedad del oído (hipoacusia) 19 %, resultando ser estos los trastornos más comunes, pero no dejan de ser importantes la pérdida de la audición 5 %, entre cansancio e insomnio un 7 %, y hay que tener en cuenta que algunas de las personas encuestadas no son conscientes que podrían tener éstos daños, incluso desde corta edad que están en el 17 % quienes manifiestan no tener ninguna molestia.

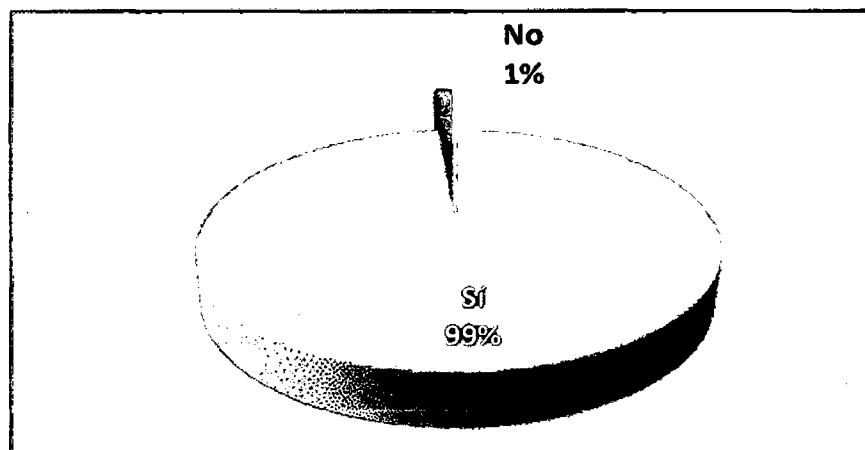
Pregunta 6. ¿Considera necesario controlar el ruido en esta ciudad?

Cuadro 11

Necesidad de control del ruido en la ciudad de Tacna.

| Alternativas | Encuestados | Porcentaje |
|--------------|-------------|------------|
| | N° | % |
| Sí | 148 | 99 |
| No | 2 | 1 |
| Total | 150 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Resultados de la pregunta 6 de la Encuesta

Análisis e interpretación

La respuesta para esta pregunta es contundente, 99 %, prácticamente todos los encuestados consideran necesario controlar el ruido en la ciudad. Aunque algunas personas contestaron negativamente a la pregunta 6, no son conscientes que el ruido presente en la ciudad afecta a los demás ciudadanos y que éste debe ser controlado. Esto

hace concluir que existe una conciencia ciudadana en cuanto al problema, en consecuencia, "existe contaminación sonora emitida por el tráfico vehicular en la ciudad de Tacna y es un problema".

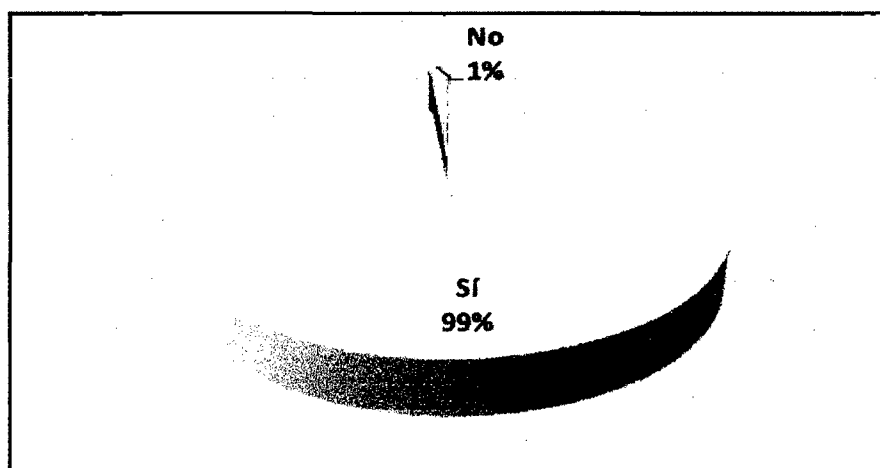
Pregunta 7. ¿Estaría dispuesto a aceptar alguna medida para controlar el ruido vehicular?

Cuadro 12

Disposición a aceptar meda para controlar el ruido vehicular.

| Alternativas | Encuestados | Porcentaje |
|--------------|-------------|------------|
| | N° | % |
| Sí | 148 | 99 |
| No | 2 | 1 |
| TOTAL | 150 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Resultados de la pregunta 7 de la Encuesta.

Análisis e interpretación

Conscientes de un problema que se presenta todos los días en esta avenida, un 99 % estaría dispuesta a aceptar alguna medida para controlar el problema, sin embargo, pocas de ellas no estarían muy de acuerdo si dichas medidas significaran un aporte de tipo económico y es de un 1 % (Figura 23).

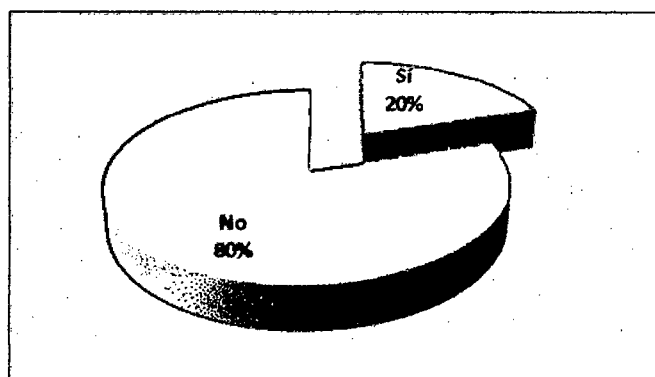
Pregunta 8. ¿Está enterado de la existencia de normas que controle la emisión de ruido vehicular en el Perú?

Cuadro 13

Conocimiento de normas que controle el ruido en Perú.

| Alternativas | Encuestados | Porcentaje |
|--------------|-------------|------------|
| | N° | % |
| Sí | 30 | 20 |
| No | 120 | 80 |
| TOTAL | 150 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 24. Resultados de la pregunta 8 de la Encuesta.

Análisis e interpretación

Es bastante preocupante el resultado de esta pregunta, 80 % de los encuestados manifiesta no conocer normas peruanas que controlen el ruido vehicular, reflejando así tal vez la falta de acción normativa y legal por parte de las autoridades con respecto al problema de ruido que no solo contamina el medio ambiente sino que genera diferentes males en la salud de los seres humanos. Este resultado puede deberse también a la falta de profesionales especializados en materia de ruido en esta ciudad que sepan cómo exactamente controlarlo (Figura 24).

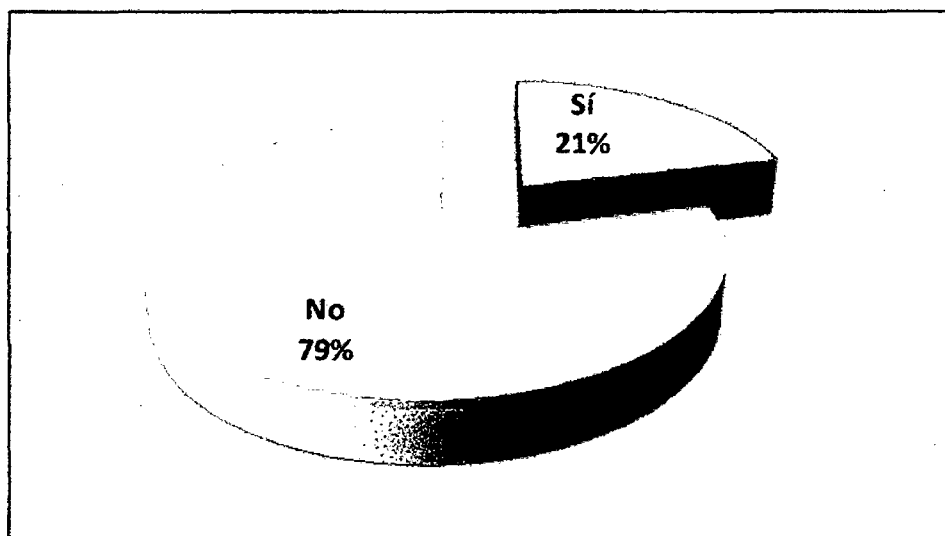
Pregunta 9. ¿Sabe de la existencia de una ordenanza municipal que controle la emisión de ruido vehicular en la ciudad de Tacna?

Cuadro 14

Conocimiento de ordenanza municipal que controle el ruido en la ciudad de Tacna.

| Alternativas | Encuestados | Porcentaje |
|---------------------|--------------------|-------------------|
| | N° | % |
| Sí | 32 | 21 |
| No | 118 | 79 |
| TOTAL | 150 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 24. Resultados de la pregunta 9 de la Encuesta.

Análisis e interpretación

Es aún más grave que el 79 % de las personas encuestadas no sepan de la existencia de una ordenanza municipal que regula este problema y esto se debe a que no hay o es muy poca la difusión que realiza la Municipalidad sobre sus ordenanzas, por lo tanto es un problema de insuficiencia en gestión ambiental y de comunicación.

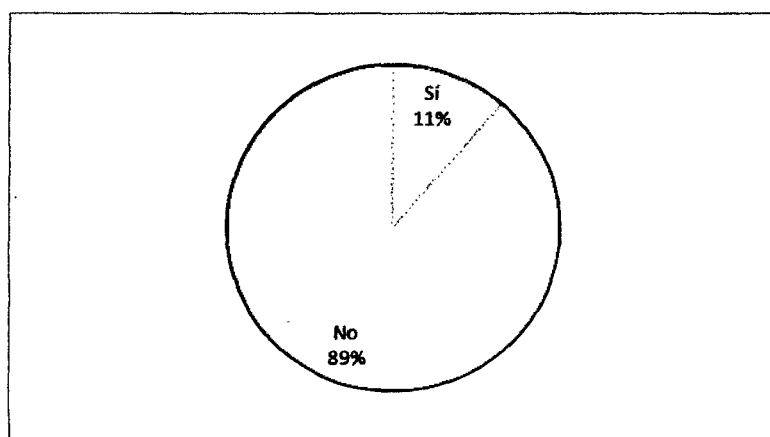
Pregunta 10. ¿Conoce usted alguna autoridad que regule y controle la contaminación por ruido?

Cuadro 15

Conocimiento de una autoridad que regule este problema.

| Alternativas | Encuesta | Porcentaje |
|--------------|------------|------------|
| | N° | % |
| Sí | 17 | 11 |
| No | 133 | 89 |
| Total | 150 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Resultados de la pregunta 10 de la Encuesta.

Análisis e interpretación

Las personas encuestadas que respondieron "sí" a ésta pregunta conocen el Ministerio del medio ambiente (Minam), el Ministerio de Transporte, la Policía Ecológica y la Municipalidad Provincial como entidades que están encargadas de la contaminación. Sin embargo, el 89 % de las personas encuestadas desconocen que existan entidades que se preocupen por el tema del ruido originado por el tráfico vehicular. Este

resultado deja como reflejo la poca o muy poca información que emiten las entidades para llegar a la comunidad y manifestar sus proyectos en cuanto al control de la contaminación sonora que crece cada día más, ya que la gente que sabe de algún estamento, no está seguro cuál es.

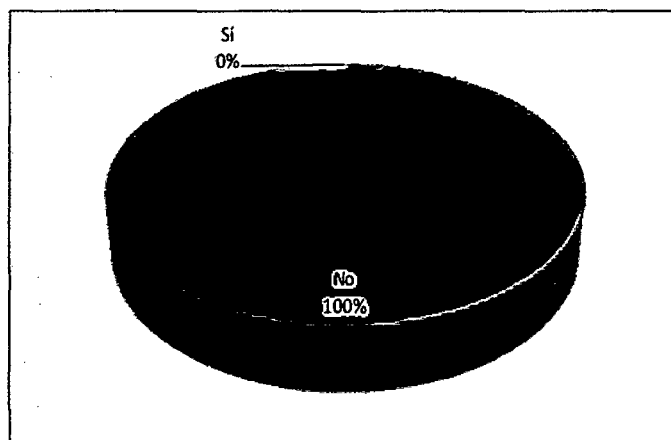
Pregunta 11. Si respondió Sí, a la pregunta anterior, por favor conteste: ¿Considera usted que la entidad que usted mencionó está actuando de manera adecuada en materia de control de ruido?

Cuadro 16

Entidad actúa de manera adecuada en materia de control de ruido.

| Alternativa | Encuestados | Porcentaje |
|--------------|-------------|------------|
| | N° | % |
| Sí | 0 | 0 |
| No | 17 | 100 |
| Total | 17 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. Resultados de la pregunta 11 de la Encuesta.

Análisis e interpretación

Esta pregunta depende de la anterior donde contestaron 17 personas encuestadas que sí conocían una entidad, el resultado del 100 % manifiestan que no está cumpliendo con su obligación, pues no se ve; por ende, muestra la necesidad de empezar a actuar con seriedad y responsabilidad en cuanto al ruido vehicular. Una sociedad afectada hace notar que quiere y necesita sea solucionado uno de los problemas que aqueja el crecimiento en las ciudades. Ante un 100 % que piensa que no se está haciendo nada por controlar el ruido vehicular y ambiental, es necesario que las entidades competentes empiecen a hacer algo por mitigar este problema.

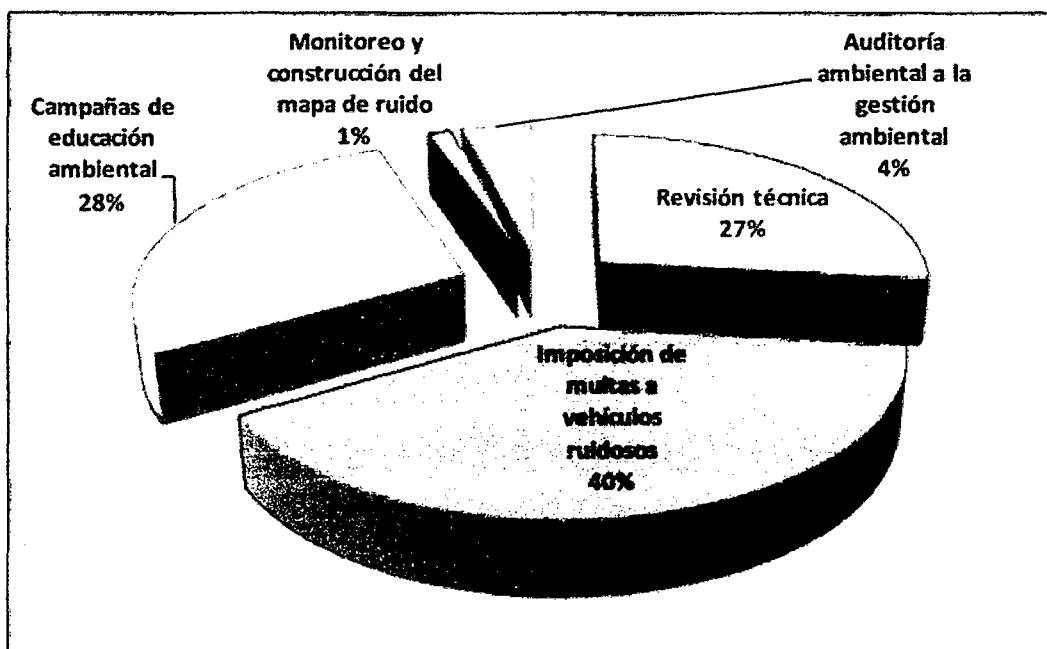
Pregunta 12. ¿Cuál cree usted que podría ser la medida correctiva para reducir el nivel de contaminación sonora?

Cuadro 17

Medida correctiva para reducir el nivel de contaminación sonora.

| Alternativas | Encuestados | Porcentaje |
|--|--------------------|-------------------|
| | N° | % |
| Revisión técnica | 40 | 27 |
| Imposición de multas a vehículos ruidosos | 60 | 40 |
| Campañas de educación ambiental | 42 | 28 |
| Monitoreo y construcción del mapa de ruido | 2 | 1 |
| Auditoría ambiental a la gestión ambiental | 6 | 4 |
| Total | 150 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. Resultados de la pregunta 12 de la Encuesta.

Análisis e interpretación

El resultado a esta última pregunta muestra que el 40 % de los encuestados indican que se debe multar a los vehículos ruidosos, 28 % realizar campañas de educación ambiental, 27 % manifiestan que se cumpla con las revisiones técnicas, lo cual indica la necesidad de actuar integralmente para bajar los niveles de contaminación sonora. Promover campañas de concientización y educación ambiental a la ciudadanía para que se conozcan las normas y de esta forma las prohibiciones, las multas son necesarias porque teniendo en cuenta los factores sociales en Tacna,

muchas personas concuerdan en aceptar que sin obligación no se cumplen las leyes; y por último, una solución de tipo técnico que se presenta dentro de la propuesta y desarrollo ingenieril de las revisiones técnicas considerando el tipo de parque automotor con que cuenta.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL CONTROL DEL RUIDO

6.1. INTRODUCCIÓN

La Historia del ruido o de la Contaminación Sonora es la historia del avance de la tecnología industrial, de la urbanización en las ciudades, del aumento del *parque automotor*, así tenemos que admitir que desde que empieza la urbanización de las zonas rurales en los países, el ruido es el agente que mayor impacto ocasiona molestias a los ciudadanos que vienen a habitar estas nuevas urbanizaciones. Así mismo, tenemos que el aumento de lugares de diversión (discotecas, peñas) es otra causa de la aparición de este flagelo; aparte del aumento del parque automotor de las ciudades y de la falta de una adecuada planificación vial.

En el marco del control del ruido o del desarrollo de Planes de Gestión Ambiental respecto a este agente, ha sido la Legislación Ambiental el eslabón más débil en la estrategia de la prevención, control y

eliminación de la contaminación, en la que el hombre es juez y parte, debido a que es el único que contamina de todos los seres vivos existentes en la Tierra y lo realiza a través de diferentes medios como la industria, transporte, etc.

Las normas ambientales vigentes existentes son inadecuadas, pues no manifiesta la necesidad de contrarrestar el deterioro del ambiente, esto se complica por el otro gran problema que es la falta de conocimiento de la población de las diferentes normas legales que sobre medioambiente existen en nuestro país. Esto se puede verificar por ejemplo de la no aplicación de normas que protegen a la población de estar expuestas a ruidos molestos e intensos, y que posteriormente afectan a la salud de la población.

Así se puede observar en la Ordenanza Municipal N° 0030 – 09 dada el 18 de setiembre de 2009 que encarga a la Gerencia de Fiscalización y Control y a la Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud su publicación e implementar las acciones administrativas tendientes a su cumplimiento. En su reglamento, art. 3, indican Los ruidos nocivos⁶ y los ruidos molestos⁷ pero no indica en ningún artículo los niveles permisibles.

⁶Ruidos nocivos, en los siguientes niveles:

6.2. PARQUE AUTOMOTOR DE TACNA

La necesidad de tener un parque automotor moderno, el aumento de la población y otros factores de desarrollo de las grandes ciudades, caso de Lima, Trujillo, Arequipa, Tacna, etc., hace necesario que se tenga una legislación adecuada para hacer prevalecer los derechos o los deberes de los ciudadanos, es por este motivo que el presente trabajo es una recopilación teórica y analítica del gran contaminante como en esta ciudad se viene convirtiendo: El ruido. Poco es lo que se ha estudiado respecto al ruido, así se tiene que a nivel de América Latina, sólo se han desarrollado estudios con rigor científico en México, Colombia, Brasil, Argentina y Chile; enfocándose su efecto sobre la salud de los trabajadores; sin embargo, no se ha tomado en cuenta que en las actuales ciudades capitales de los países del mundo el ruido es un agente que se encuentra presente durante todos los días en las calles, entonces es necesario tomar conciencia real de este grave problema que enfrenta la actual generación y que enfrentarán las futuras generaciones también

-
- En zona residencial 80 decibeles.
 - En zona comercial 85 decibeles.
 - En zona industrial 90 decibeles.

⁷ Ruidos molestos, dados en un cierto horario:

| | De 07:01 a 22:00h | De 22:01 a 07:00 h |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|
| • Zona de protección especial | 50 decibeles | 40 decibeles |
| • Zona residencial | 60 decibeles | 50 decibeles |
| • Zona comercial | 70 decibeles | 60 decibeles |
| • Zona industrial | 80 decibeles | 70 decibeles |

en Tacna. El parque automotor de Tacna (PAT) en los últimos 20 años ha sufrido una transformación en su conjunto y un aumento casi desmesurado. Esto debido a la libre importación vía CETICOS, por donde han ingresado e ingresan actualmente vehículos provenientes en su mayoría de países asiáticos. Entonces, el PAT registrado en la SUNARP – Oficina Registral Tacna se muestra en la Cuadro 18.

Cuadro 18
Reporte de Vehículos Inscritos por clases del 01-01-2009
al 31-03-2009

| Prefijo | Tipo de Vehículo | Cantidad |
|----------------|--------------------------|-----------------|
| AK | Automóvil | 8721 |
| BK | Automóvil | 8158 |
| MK | Vehículo Automóvil menor | 5229 |
| PK | Camioneta Pick Up | 5136 |
| QK | Camioneta Panel | 1707 |
| RK | Camioneta Rural | 5212 |
| SK | StationWagon | 8949 |
| TK | StationWagon | 3347 |
| UK | Ómnibus | 2248 |
| WK | Camión | 4680 |
| YK | Remolcador | 848 |
| ZK | Semiremolque | 844 |
| TOTAL | | 55079 |

Fuente: Adaptado de SUNARP Oficina Registral Tacna - 2009.

El flujo de vehículos que circulan por todas las calles de Tacna es aproximadamente de 2 295 vehículos/hora, siendo mayor este valor en el

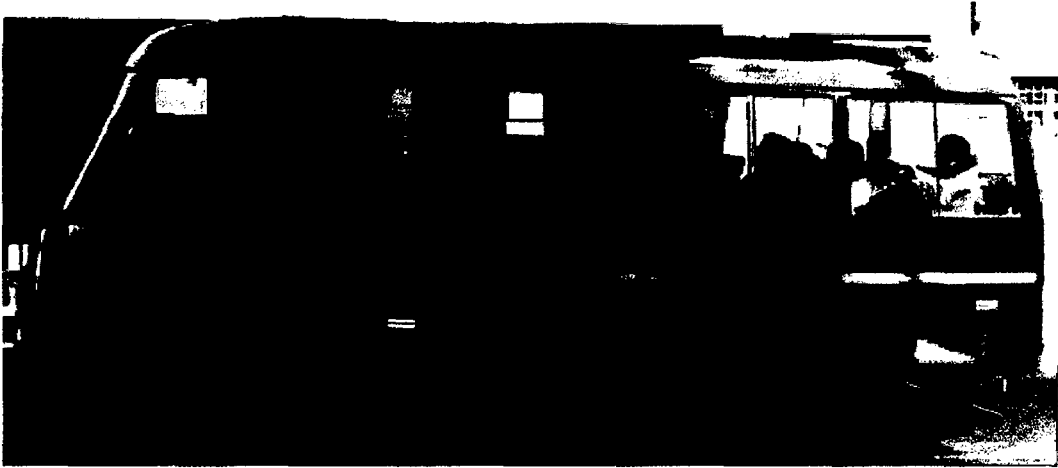
día y menor en la noche (entre las 23 h hasta las 6 a.m.).El PAT dedicados al Transporte Masivo Urbano (TMU) está constituido generalmente por automóviles livianos o StationWagon conocidos como “taxis” (Figura 28 a); camionetas rurales, más conocidas como “Combis” (Figura 28 b); Minibuses en sus modalidades de los conocidos “Coaster” y los “Ómnibus convencional” (Figuras 24 c y 25 d, respectivamente).



a) Station Wagon como taxi



b) Camionetas rurales o “Combis”



c) Minibús o "Coaster".



Fuente: Parque automotor de Tacna

d) Ómnibus

Figura 28 a, b, c, d. Vehículos representativos de servicio de transporte masivo.



Figura 29. Intensidad vehicular en la Av. Bolognesi.



Figura 30. Intensidad vehicular en la calle 19 de Bogotá – Colombia.

Al comparar las fotos de las Figuras 29 y 30, se ve claramente que Tacna se acerca a un tráfico que crece e igualar a grandes ciudades de

los países de Latinoamérica, también se muestra en la Figura 28 que son máquinas que necesitan, en gran parte, renovarse en forma urgente.

6.3. LEGISLACIÓN AMBIENTAL PERUANA E INTENSIDAD DE TRÁFICO

En esta perspectiva, la Legislación Ambiental Peruana se caracteriza por ser variada, dispersa, desordenada e incompleta.

Es variada, porque el concepto de Medio Ambiente es amplísimo al considerar normas sobre contaminación atmosférica, agua y suelo, control de ruido, protección de la flora y fauna terrestre y marina, etc.

Es dispersa, porque a menudo se emiten dispositivos legales en materia ambiental, (Congreso de la República, Ministerios, Municipalidades).

Es desordenada, por la falta de una Autoridad Ambiental Rectora que tenga un carácter independiente de todo grupo político, tal como está sucediendo con el recientemente creado Ministerio del Ambiente.

Es incompleta con relación al ruido, porque, actualmente los estándares de calidad ambiental (ECA) y los límites máximos permisibles (LMP) están en modificación tal como puede verse en el Tabla II que

muestra su avance, no están concluidas a pesar de haberse cumplido el plazo.

Tabla II

Avance de la modificación de los ECAs y LMPs.

| ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) | | | FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE LEY | CONSEJO DE POLÍTICA | REVISIÓN DE EVALUACIÓN Y OPORTUNIDAD DE SELECCIÓN | PROCESO LEGISLATIVO | APROBADO |
|---------------------------------------|---|--|---------------------------------|---------------------|---|---------------------|----------|
| AIRE | Dióxido de Azufre, Benceno, Hidrocarburos Totales de Petróleo, Material Particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5}), Sulfuro de Hidrógeno, Monóxido de Carbono, Dióxido de Nitrógeno, Ozono, Plomo, otros | Reglamento para la implementación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire | | | | | |
| | Cadmio, Arsénico, Acloruro, Boro y Talio | Propuesta de ECA para Aire | | | | | |
| RUIDO | Decibelios | Revisión del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido | | | | | |

| SECTOR | LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP) | FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE LEY | CONSEJO DE POLÍTICA | REVISIÓN DE EVALUACIÓN Y OPORTUNIDAD DE SELECCIÓN | PROCESO LEGISLATIVO | APROBADO |
|--|-----------------------------------|--|--|---|---------------------|----------|
| MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS | EMISIONES | Unos vapores y partículas de las actividades de hidrocarburos Actividades de generación, transmisión y distribución eléctrica Actividades cementalógicas | | | | |
| | EFLUENTES | Actividades cementalógicas | | | | |
| | RUIDO | Actividades de hidrocarburos | | | | |
| MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES | RUIDO | Tráfico aéreo y tráfico marítimo y tráfico ferroviario Actividad aeroportuaria Actividades de telecomunicaciones | | | | |
| | | EFLUENTES | Planta de tratamiento de Sólidos Licuados de Fuentes Desechadas | | | |
| | | RUIDO | Actividades de construcción y edificación. Referencial al Plan de ECA y LMP (2008) | | | |

Fuente: Minam, Tabla II, 2010.

En estas tablas se puede observar que cada institución está trabajando por separado, lo que ya predice que cada institución manejará sus propios estándares y continuará el desorden, al menos sino hay participación ciudadana.

Por otro lado, la Intensidad de Tráfico modifica los niveles sonoros de la zona en dos aspectos principales:

- Produce una modificación del nivel de fondo, en el mismo sentido en el que se modifica la intensidad de tráfico (a mayor intensidad de tráfico, mayor nivel sonoro de fondo)
- Produce una modificación de la diferencia entre los valores punta producidos y el nivel de fondo, en sentido contrario del que se modifica la intensidad de tráfico (a mayor intensidad de tráfico, menor diferencia entre el nivel de fondo y niveles punta), tal como se muestra en la Tabla II.

Cambiar el volumen de tráfico afecta a los niveles de ruido. Dado que en la composición de tráfico, y manteniendo los patrones de velocidades y formas de conducción sin cambios, la naturaleza logarítmica de la escala dB significa que una reducción del 50% del volumen de tráfico se traduce en unos 3 dB de reducción en los niveles de

ruido, (Tabla III), independientemente de la número absoluto de los vehículos. (den Boer, L.C. Schroten, A. 2007).

Tabla III
Reducción del nivel de ruido debido a la reducción de tráfico. (den Boer, L.C. Schroten, A. 2007)

| Reducción de tráfico | Reducción de ruido |
|-----------------------------|---------------------------|
| 10% | 0,5 dBA |
| 20% | 1,0 dBA |
| 30% | 1,6 dBA |
| 40% | 2,2 dBA |
| 50% | 3,0 dBA |
| 75% | 6,0 dBA |

Fuente: den Boer, L.C. Schroten, A. 2007.

Una reducción en los volúmenes de tráfico en una vía a menudo puede conducir a aumentos en velocidad, porque el resto de los vehículos puede conducir más libremente, a menos que las medidas se tomen para mantener la velocidad reducida, por su influencia directa con el sonido transmitido, lo cual confirma la veracidad de este estudio y concluir que existe contaminación sonora que irá aumentando a medida que el parque automotor de Tacna se haga más antiguo al pasar los años, lo cual constituye un serio problema de contaminación que se suma silenciosamente al que ya existe por emisión de gases tóxicos.

6.4. PROPUESTA DE DIRECTIVAS CORRECTIVAS AL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL SOBRE RUIDO EN LA CIUDAD DE TACNA (CERCADO).

Según los datos obtenidos en el capítulo anterior resulta sumamente importante sugerir unas medidas que debe considerar y llevar a cabo la Institución más cercana a este problema: la Municipalidad de Tacna – Gerencia de Fiscalización y Control y Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud.

A través de este estudio de investigación se propone realizar tres acciones que conlleven a mitigar este flagelo a la Municipalidad Provincial de Tacna. Estos son:

1. Auditoría a la Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud.
2. Coordinar con el Ministerio de Transportes para buscar una solución adecuada al parque automotor de Tacna.
3. Coordinar con la Dirección Regional de Educación y las Universidades Nacional y Particulares para diseñar campañas de educación ambiental.

6.4.1. Propuesta de auditoría a la gestión del ruido vehicular urbano

Se entiende como auditoría ambiental, el examen metódico e independiente que se realiza para determinar si las actividades y resultados relativos al ambiente satisfacen las disposiciones previamente establecidas y para comprobar que estas disposiciones se llevan realmente a cabo y que son adecuadas para establecer los objetivos previstos.

Asimismo se entiende por sistema de gestión ambiental (SGA) como la parte del sistema de gestión que define la política ambiental y que incluye la estructura organizativa, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para implantar dicha política.

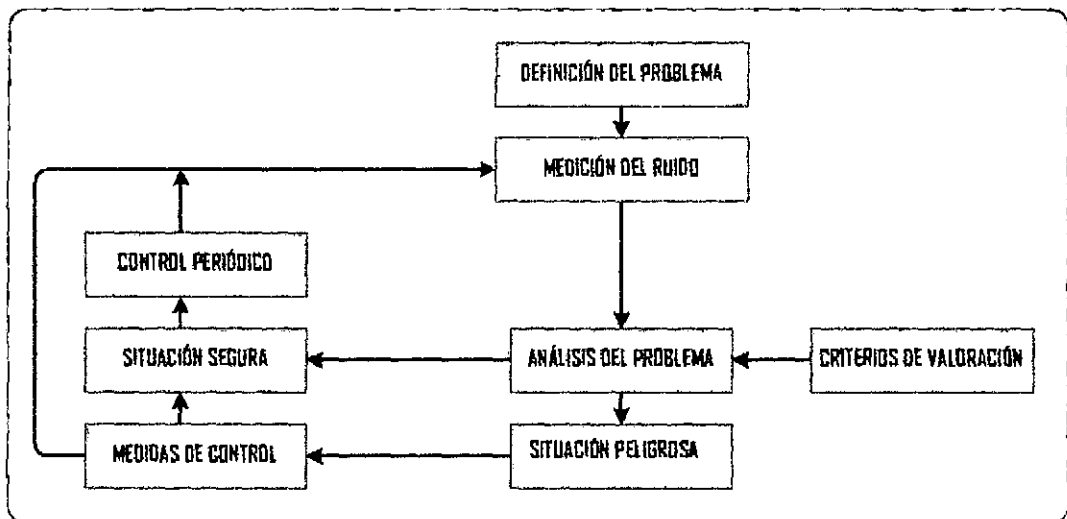
Se entiende como auditoría del sistema de gestión ambiental, la evaluación sistemática, periódica y objetiva que se realiza para determinar si el sistema de gestión y el comportamiento ambiental satisfacen las disposiciones previamente establecidas, si el sistema se ha implantado de forma efectiva y si es adecuado para alcanzar la política y objetivos ambientales de la ciudad.

En consecuencia, los objetivos a conseguir en el desarrollo de una auditoría ambiental pueden plasmarse en los siguientes aspectos:

- Contribuir a la mejora continua de la situación ambiental.
- Proporcionar al auditado la oportunidad de mejorar su sistema de gestión ambiental.
- Verificar el cumplimiento de la normativa vigente del país.

Una *auditoría ambiental sonora* permite conocer la situación sonora de una ciudad y obtener conclusiones a partir de las cuales se pueden desarrollar herramientas de control y medidas preventivas y correctoras. Ahora bien, una auditoría no desarrolla herramientas de seguimiento, ya que sólo indica la situación de la población en el momento en que haya sido realizada. En definitiva constituye el análisis inicial de la ciudad en materia de ruido, necesario para establecer los procedimientos de control y seguimiento que exige un SGA.

El planteamiento general de las acciones a realizar ante un problema de ruidos deber seguir los siguientes pasos, los cuales se muestran en la Figura 31.



Fuente: Adaptado de Gaja Díaz, Esteban, 2000.

Figura 31. Pasos para realizar una auditoría al ruido ambiental.

Es decir, se empezará por definir el problema por medio de la caracterización de la ciudad y sus fuentes de ruido, para pasar a continuación a la medición del ruido por medio de una metodología adecuada y un análisis posterior de la situación. Una vez terminada la auditoría se desarrollarán las herramientas adecuadas para implantarlas en el SGA con unos controles periódicos adecuados que permitan tener a las personas de la ciudad en una situación ambiental sonora aceptable.

El primer paso para realizar una auditoría es la planificación de su desarrollo. Para ello se deberá caracterizar, en primer lugar, la ciudad para posteriormente aplicar una metodología apropiada.

En cuanto a la caracterización se deberá analizar los siguientes aspectos:

- ✚ Ámbito territorial.
- ✚ Fuentes de ruido a considerar.
- ✚ Ámbito temporal.

Una vez definido el ámbito territorial en el cual se va a desarrollar la auditoría ambiental sonora, el siguiente paso es determinar cuáles van a ser las fuentes de ruido a estudiar, puesto que la metodología de medición es distinta para cada caso. En general habría que estudiar las siguientes fuentes de ruido:

- Ruido industrial.
- Ruido del tráfico vehicular.
- Ruido ambiental.
- Ruido de zonas de ocio nocturno.

Además es necesario determinar las características espaciales y temporales de cada tipo de fuente, para definir el ámbito temporal, es decir el periodo de medición. Una vez definidas las características de las

fuentes de ruido a estudiar, la metodología desarrollada incluye los siguientes aspectos:

1. Obtención de los datos.
2. Aspecto espacial.
3. Procedimiento aleatorio.
4. Procedimiento predeterminado.
5. Aspecto temporal.
6. Índices de valoración.
7. Instrumentación a utilizar.
8. Condiciones en la medición.
9. Diseño de los mapas de ruido.

La auditoría ambiental sonora permite conocer la situación sonora de una ciudad y obtener conclusiones a partir de las cuales se pueden desarrollar herramientas de control y medidas preventivas y correctoras

El contenido mínimo del informe final de la auditoría ambiental propuesta se muestra a continuación:

RESUMEN EJECUTIVO

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Aspectos generales

1.1. Objetivo general

1.2. Alcance

1.3. Metodología

2. INFORMACIÓN DE LA ENTIDAD

2.1. El sector

2.2. Estructura del sector

2.3. Relaciones de la entidad

2.4. La entidad

2.5. Breve reseña histórica

2.6. Naturaleza jurídica

2.7. Objetivos principales

2.8. Funciones principales de la entidad

2.9. Breve descripción de la estructura general

2.10. Patrimonio y presupuesto

2.11. Bienes y/o servicios ofrecidos

2.12. Principales cifras del último año

3. RESULTADO DE LA AUDITORÍA

3.1. Proyecto "X"

3.1.1. Breve descripción

3.1.2. Observaciones

3.1.3. Recomendaciones

4. CONCLUSIONES

5. RECOMENDACIONES

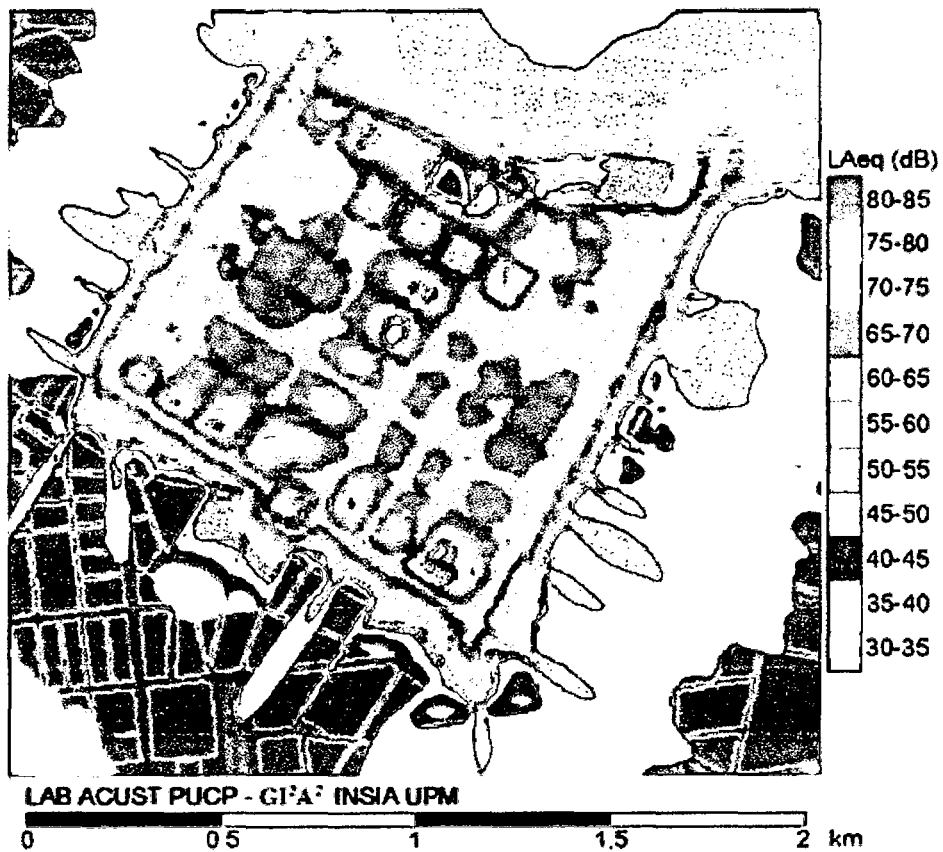
6. ANEXOS

El resultado de esta auditoría propuesta debe mínimamente dar lugar a dos instrumentos o herramientas de control del ruido:

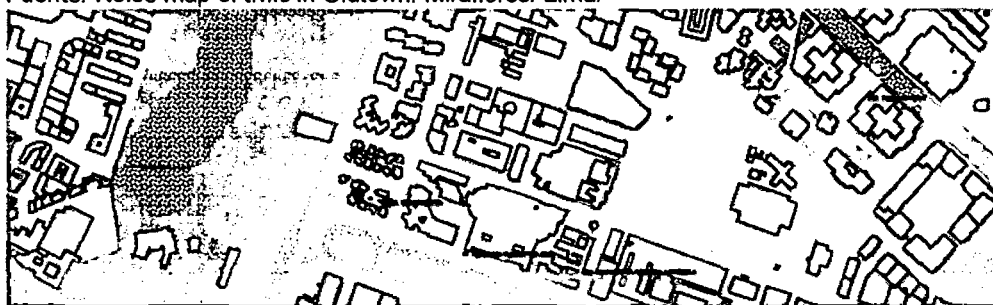
1. El mapa de ruido, y
2. La ordenanza municipal por ruido.

6.4.2. Mapa de ruido

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce a los mapas de ruido como un componente crucial en la creación de planes de reducción de ruido en las ciudades. Un mapa de ruido diseñado para poder *evaluar* globalmente la exposición al ruido ambiental en una zona determinada, debido a la existencia de distintas fuentes de ruido, o para poder realizar *predicciones* globales para dicha zona tal como se muestra en la Figura 32.



Fuente: Noise map of traffic in Oldtown, Miraflores, Lima.



Fuente: Servicio de Contaminación Acústica Ayuntamiento de Valencia.

Figura 32. Mapas de ruido.

En función a la figura 32 se puede expresar que mapa de ruido es la representación gráfica o numérica de una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador descriptor de ruido sobre un

determinado territorio o ciudad. Si la representación es gráfica, se deberá dibujar líneas isofónicas de los niveles sonoros continuos equivalentes sobre una cartografía del territorio a escala adecuada e incluir detalles de puntos y edificios significativos; y si es numérica, en cuadros de datos. Los colores que se usan de acuerdo a la normativa europea son los que se muestra en la figura 33, en Perú aún no está normado.

Lden, Ldia, Ltarde

| Rango | Descripción | R | G | B |
|-------|-------------|-----|-----|-----|
| > 75 | Rosa fuerte | 255 | 0 | 255 |
| 70-75 | Rojo | 255 | 2 | 2 |
| 65-70 | Naranja | 255 | 128 | 2 |
| 60-65 | Ocre | 255 | 205 | 105 |
| 55-60 | Amarillo | 255 | 255 | 2 |
| < 55 | blanco | | | |

Nivel sonoro (dB(A))

| | | | |
|--|-------|--|-------|
| | 55-60 | | 70-75 |
| | 60-65 | | >75 |
| | 65-70 | | |

Lnoche

| Rango | Descripción | R | G | B |
|-------|-------------|-----|-----|-----|
| >70 | Rojo | 255 | 2 | 2 |
| 65-70 | Naranja | 255 | 128 | 2 |
| 60-65 | Ocre | 255 | 205 | 105 |
| 55-60 | Amarillo | 255 | 255 | 2 |
| 50-55 | Verde | 100 | 200 | 0 |
| < 50 | blanco | | | |

Nivel sonoro (dB(A))

| | | | |
|--|-------|--|-------|
| | 50-55 | | 65-70 |
| | 55-60 | | >70 |
| | 60-65 | | |

Fuente: Mapa de ruido del ayuntamiento de Bilbao, Norma europea.

Figura 33. Colores usados en un mapa de ruido según el nivel sonoro.

El mapa de ruido debe confeccionarse siguiendo como mínimo los siguientes lineamientos:

1. Los detalles y escala del mapa dependerá de:
 - Tamaño del área considerada.
 - Objeto de planificación.
 - Etapa del procedimiento de planificación.
2. Presentación de los trabajos en formato digital e impresos.
3. Deberán contener como mínimo:
 - Infraestructura de transporte (tránsito automotor, ferroviario, portuario, aéreo, etc.), áreas industriales, áreas verdes, etc.
 - Zonas o áreas de protección acústica especial-
 - Situación acústica existente, o prevista expresada en función de los indicadores de ruido que aquí se prescriben en cada una de las áreas del territorio a evaluar.
 - Valores límites y objetivos de calidad acústica aplicables a dichas áreas.
 - Cumplimiento o no de estos valores límites y de los objetivos de calidad acústica aplicables.
 - Número estimado de viviendas, centros educativos y hospitalarios de una zona dada, que están expuestos a

valores específicos de los indicadores de ruido que aquí se prescriben.

- Número estimado de personas situadas en una zona expuesta al ruido.

4. Escala: El trazado deberá realizarse a una escala adecuada de manera que puedan apreciarse con comodidad los ítems arriba mencionados. La escala general exigida es 1:10 000 aunque si se justifica su utilización, puede adoptarse otras.
5. El mapa de ruido deberá emplear al menos los índices de valoración L_{day} indicador de ruido diurno (7,01 a 22 h), L_{night} , indicador de ruido nocturno (22,01 a las 7,00 h), los cuales permiten evaluar la molestia y las alteraciones sobre el sueño respectivamente.
6. Los índices L_{day} y L_{night} pueden determinarse tanto mediante cálculo (cuando se requiera pronosticar), como por mediciones.
7. Métodos de cálculo, se usarán los de la Unión Europea hasta tanto no se cuente con métodos nacionales.
8. Modelo en software, debiéndose explicar el modelo de previsión informático empleado y la versión del mismo que se utilizará para el cálculo de los niveles sonoros y aportar la documentación que

justifique su validez para realizar cálculos en las condiciones citadas en el párrafo precedente.

9. Cuando se realicen mediciones, estas deberán respetar los preceptos que se establecen en las normas ISO 1996-1 y 2.
10. El instrumento de medida será el sonómetro clase 1. Para diagnóstico clase 2.
11. La altura de los puntos de evaluación dependerá de su aplicación y oscilan entre 1,5, 4 ó 6 m, pero nunca menos de 1,5 m.
12. Los índices de valoración obtenidos, deberán representarse gráficamente en términos de zonas de ruido, que complementan a la Figura 33, las que además, deberán ser coloreadas o sombreadas. Para el trazado de las curvas, se deberán utilizar múltiplos de 5 dB, refiriendo las zonas a un límite superior y otro inferior. El código cromático a emplear es el que se muestra en la Tabla IV.

Tabla IV

Código de colores a usar en un mapa de ruido (ayuntamiento de Bilbao, Norma europea)

| Zona de ruido dB | Color | Sombreado |
|-----------------------------|--------------|--|
| < 35 | Verde claro | Puntos pequeños, densidad baja |
| 35 a 40 | Verde | Puntos de tamaño medio, densidad media |
| 40 a 45 | Verde oscuro | Puntos grandes, densidad alta |
| 45 a 50 | Amarillo | Líneas verticales, densidad baja |
| 50 a 55 | Ocre | Líneas verticales, densidad media |
| 55 a 60 | Naranja | Líneas verticales, densidad alta |
| 60 a 65 | Bermellón | Sombreado cruzado, densidad baja |
| 65 a 70 | Carmín | Sombreado cruzado, densidad media |
| 70 a 75 | Lila rojo | Sombreado cruzado, densidad alta |
| 75 a 80 | Azul | Rayas verticales anchas |
| 80 a 85 | Azul marino | Completamente oscuro |

Fuente: Elaboración propia, adaptada de ayuntamiento de Bilbao, Norma europea.

6.4.3. Propuesta de modelo de ordenanza sobre ruidos

A continuación se resumen las pautas y sugerencias a tener en cuenta al encarar la redacción de un anteproyecto de ordenanza sobre ruido.

- 1) Introducir una nueva categoría de ruido, a considerarse separadamente de las fuentes fijas y de los vehículos individuales: el ruido del tránsito como fenómeno colectivo. Esta categoría deberá enfocarse de acuerdo a sus características propias, lo cual entre otras

cosas implica reconocer que se trata de una categoría en la cual la responsabilidad está distribuida, y por consiguiente no es punible, por lo cual el efecto de la legislación debe estar orientado hacia una mejor planificación de la distribución del tránsito y el transporte. Al mismo tiempo es necesario redefinir los máximos niveles de emisión de ruido admisible para los vehículos individuales para que el ruido total (que es consecuencia de la superposición de los ruidos de varios vehículos circulando al mismo tiempo por una arteria) no supere el máximo tolerable. Tales valores deberán surgir de un estudio detallado que contemple las posibilidades reales de cumplimiento. Por último, debe diagramarse el transporte y el tránsito en general con miras a reducir el ruido.

- 2) Adoptar un procedimiento de medición del nivel del ruido emitido por un vehículo en condiciones reales, es decir que pueda llevarse a cabo en una calle normal, sin instalaciones especiales y por lo tanto inaccesibles.
- 3) Establecer planes progresivos o escalonados de reducción del ruido urbano a aplicarse a lo largo de varios años, que sean realistas y por lo tanto aplicables.
- 4) Estudiar posibles reducciones de tasas para estimular inversiones tendientes a reducir la contaminación sonora.

- 5) Incorporar el requisito de supervisión y homologación por parte de la Municipalidad de los procesos de fabricación o de importación de cualquier vehículo que se vaya a utilizar en el transporte público de pasajeros de modo de asegurar la eficacia y la durabilidad de los recursos de control de ruido. También deben exigirse planes de mantenimiento que incluyan los posibles emisores de ruido (frenos, silenciadores, partes flojas, etc.)
- 6) Planificar y ejecutar una campaña educativa permanente en todos los niveles, incluyendo los medios de comunicación tales como la radio, la televisión, el periodismo, etc. Acerca del problema del ruido, sus causas, sus efectos, y sus soluciones. Las pautas de esta campaña no deberían dejarse en manos de los departamentos ejecutivos, sino que deberían quedar plasmadas en el texto de la ordenanza.
- 7) Incorporar como obligatorio para la obtención de la licencia de conductor reglamentaria el tener conocimientos sobre el problema del ruido, sus causas, efectos, etc.
- 8) Incorporar tres tipos de sanciones para los infractores:
 - a. La obligatoriedad de realizar y aprobar cursos o cursillos sobre el problema del ruido. Ante reincidencias, la sanción incluiría la participación activa en actividades de difusión y esclarecimiento sobre el tema.

- b. La tradicional multa. Debe establecerse clara y detalladamente cuál será el destino de los fondos recaudados en concepto de multas. Por ejemplo, un porcentaje debería destinarse a la realización de convenios con universidades nacionales para la investigación de problemas de ruido ambiental y su solución. Otra parte debería destinarse a medidas preventivas, tales como dotar a las reparticiones encargadas de aplicar la ordenanza de instalaciones y equipamiento adecuados para llevar eficientemente a cabo su labor de supervisión y contralor.
 - c. Realizar un depósito de dinero hasta resolver el problema técnico que origine la infracción. Los intereses devengados serían afectados a la misma finalidad que las multas.
- 9) Obligar a los administradores de diversos locales de esparcimiento (discotecas, cines, salones de fiestas, etc.) a mantener el nivel sonoro por debajo de los valores máximos estipulados, interponiendo dispositivos electrónicos de control que ajusten automáticamente el volumen para cumplir con dichos máximos. En aquellos en que el nivel se encuentre cerca del máximo, como los locales bailables, exigir la inclusión en las entradas de un letrero impreso y bien visible advirtiendo que "el nivel sonoro excesivo puede provocar sordera". Un texto similar debería ubicarse en el interior de los locales en forma

suficientemente visible. Exigir para habilitar dichos locales una adecuada aislación acústica que asegure el cumplimiento de la normativa sobre emisión de ruidos molestos al vecindario.

- 10) Automatizar en lo posible los monitoreos de nivel sonoro a través de los mapas acústicos, en los que los ruidos sean excesivos, de manera de llevar un registro permanente sin intervención humana que permita establecer posibles violaciones a la normativa.
- 11) Establecer que los inspectores deben poseer gran capacidad técnica (la cual deberá acreditarse por medio de la realización de cursos específicos), y que además deberán tener una remuneración acorde con su responsabilidad, de manera de evitar toda posibilidad de cohechos u otros actos de corrupción, los cuales en caso de producirse deberán ser enérgicamente castigados.
- 12) Incorporar en diversas calles monitores de ruido ambiental fijos o transportables que permitan adquirir información a lo largo de una jornada y así realizar una evaluación permanente del ruido.
- 13) Prohibir la venta de juguetes que emitan ruidos peligrosos para la salud auditiva de los niños, y aquellos que estén en los niveles máximos deberán venderse con una advertencia escrita acerca de los peligros del nivel sonoro excesivo (por ejemplo: "Este dispositivo, juguete, etc. puede emitir sonidos intensos capaces de provocar

daño auditivo permanente e irreversible”). El mismo tipo de advertencia escrita con recomendaciones sobre el uso deberá acompañar todo artículo de consumo que pueda producir potencialmente niveles sonoros elevados, tales como equipos de audio, walkmans, discmans, televisores, herramientas, etc.

- 14) Pavimentar con asfalto todas las arterias aledañas a los establecimientos hospitalarios, y rediseñar los recorridos de las líneas de transporte que pasan actualmente frente a ellos de manera de reducir el tránsito vehicular a un mínimo sin dificultar el acceso del público a los nosocomios.
- 15) Incorporar a la legislación ambiental la cuestión de las vibraciones, ya que además de propagarse con facilidad a lo largo de grandes distancias transformándose luego en sonido, pueden causar daños en las estructuras de viviendas y edificaciones.
- 16) Crear una Comisión de Control de Ruidos y Vibraciones encargada de asesorar a la Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud Ejecutivo sobre cuestiones de ruido, de elaborar recomendaciones sobre actualizaciones de los reglamentos, y de mantener contacto con diversas instituciones como universidades, entidades intermedias, otros municipios, etc., entre otras funciones.

PROPUESTA DE LA ESTRUCTURA DE UNA ORDENANZA MUNICIPAL DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ACÚSTICO EN TACNA

TITULO I: DISPOSICIONES GENERALES

TITULO II: NORMAS DE CALIDAD ACÚSTICA

Capítulo 1º- Límites admisibles de Ruidos y Vibraciones

Capítulo 2º- Normas de Medición y Valoración de Ruidos y Vibraciones

TITULO III: NORMAS DE PREVENCIÓN ACÚSTICA

Capítulo 1º- Exigencias de Aislamiento Acústico en edificaciones donde se ubiquen actividades e instalaciones productoras de ruidos y vibraciones

Capítulo 2º- Prescripciones técnicas que deben observar los proyectos de actividades e instalaciones productoras de ruidos y vibraciones

Sección 1ª- Prescripciones técnicas generales

Sección 2ª- Elaboración del estudio acústico

Capítulo 3º- Ejecución técnica de las medidas de prevención acústica

Capítulo 4º- Régimen especial para zonas acústicamente saturadas

Capítulo 5º- Régimen de Actividades singulares

Sección 1ª- Vehículos a Motor

Sección 2ª- Normas para sistemas sonoros de alarmas.

Sección 3ª- Actividades de ocio, espectáculos, recreativas,
culturales y de asociacionismo.

Sección 4ª- Trabajos en la vía pública y en las edificaciones.

Sección 5ª- Ruidos producidos en el interior de las
edificaciones por las actividades comunitarias que
pudieran ocasionar molestias.

TÍTULO IV: NORMAS DE CONTROL Y DISCIPLINA ACÚSTICA

Capítulo 1º- Licencias Municipales

Capítulo 2º- Vigilancia e inspección

Capítulo 3º- Medidas Cautelares

Capítulo 4º- Infracciones y Sanciones

6.4.4. Contrastación de hipótesis

El diagnóstico realizado mediante la medición del ruido usando el indicador L_{eqA} y la encuesta subjetiva ha permitido demostrar que si existe contaminación sonora emitida por el tráfico vehicular permitiendo proponer medidas correctivas al sistema de gestión ambiental sobre ruido

vehicular de la ciudad de Tacna (cercado), por lo tanto la hipótesis planteada queda contrastada.

CONCLUSIONES

- 1) La contaminación sonora en la zona de estudio supera los niveles permisibles de ruido de 70 decibeles, lo cual permite proponer medidas correctivas que van de una auditoría ambiental sobre ruido a la Municipalidad Provincial de Tacna – Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud, una nueva ordenanza municipal de control del ruido del tráfico vehicular y el diseño del mapa de ruido para mejorar su gestión ambiental.
- 2) En el punto A (cruce entre la calle Patricio Meléndez y la Av. Bolognesi) el nivel de contaminación sonora por el tráfico vehicular es mayor e igual a 87 dB(A) en promedio con una desviación estándar de 1,493.
- 3) Los niveles de emisión de ruido medidos en los puntos B, C y D así como los circundantes 1, 2, 3, 4, 5, y 6 superan al límite permisible nacional dado por el D.S. N° 085-2003-PCM, y afecta a la salud de las personas expuestas.
- 4) El 80 % de la población no conoce la existencia de normas que controle la emisión de ruido vehicular en el Perú y un 79 % no conoce

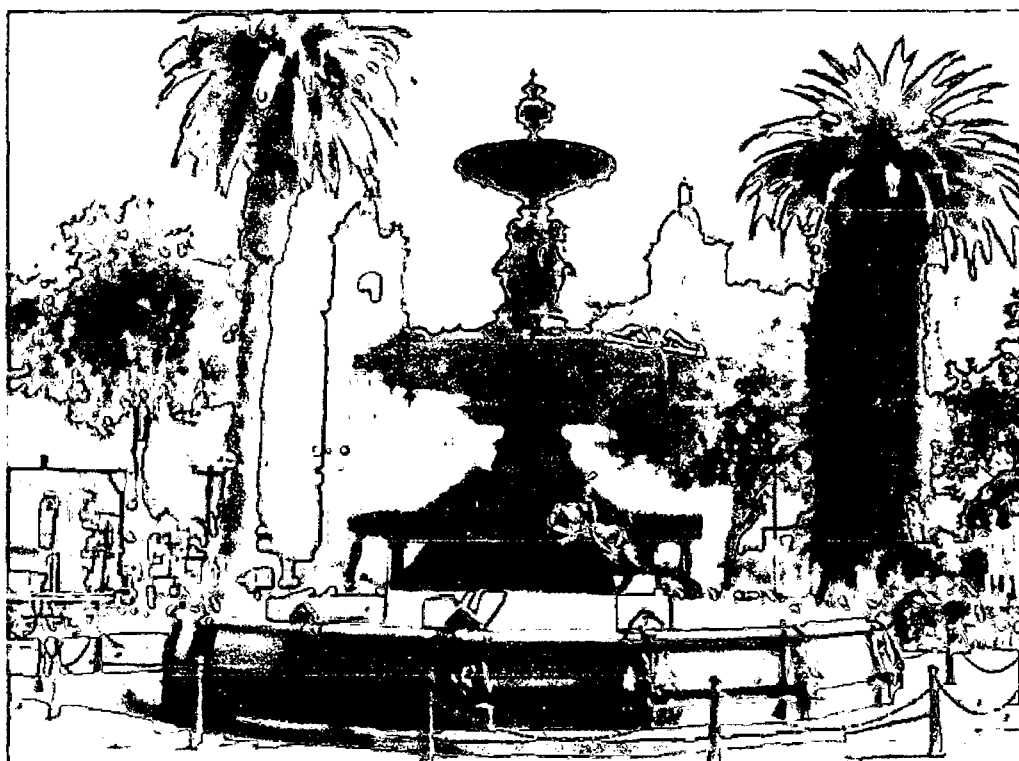
la existencia de una ordenanza municipal de la ciudad de Tacna que controle el ruido vehicular.

- 5) De las personas que saben que hay una autoridad que se encarga de la gestión ambiental y control de ruido, aunque no concuerdan con la misma, el 100 % manifiestan que no cumplen con su misión de control.
- 6) Es necesario una urgente educación ambiental a toda la población de la ciudad, especialmente a los choferes del servicio urbano.

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda al Alcalde de la Municipalidad Provincial de Tacna, solicitar una auditoría ambiental sobre ruido vehicular a la gestión de la Sub Gerencia de gestión ambiental a fin de determinar las posibles fallas administrativas y de gestión a fin de mitigar este flagelo de la contaminación atmosférica.
- 2) Se recomienda a la Municipalidad provincial de Tacna, implementar en el más corto plazo la confección del mapa de ruido del cercado de Tacna a modo piloto, a fin de lograr una mejor gestión de la contaminación sonora y mejorar la calidad de vida de la población afectada.
- 3) Se recomienda a la Municipalidad provincial de Tacna, implementar en forma urgente la fusión de líneas y empresas para que se renueve el parque automotor de servicio de transporte urbano y hacer cumplir estrictamente la revisión técnica de todo vehículo automotor.
- 4) La Municipalidad provincial de Tacna debe en el corto plazo implementar una nueva ordenanza municipal sobre ruido vehicular, teniendo en cuenta el concepto y la estructura propuesta.

- 5) Debe la Municipalidad provincial de Tacna implementar un equipo debidamente capacitado dependiente de la Sub Gerencia de Gestión Ambiental, para que se encargue del monitoreo y coordine con la Policía Nacional para la aplicación de las sanciones a los infractores en forma irrestricta.
- 6) Se recomienda a la Municipalidad provincial de Tacna, la oportuna coordinación con la Dirección Regional de Educación y con las Universidades, para educar a la población mediante adecuados programas en educación ambiental.



“Tacna, una ciudad libre de contaminación ambiental”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Di Marco, Adolfo. 1969. **Acústica**. Editorial Hispano. Pag. 320 – 450.
- (2) Everest, F Aton; PohlmanKenc. 2009. Master **Handbook of Acoustics**. McGrow Hill. FifthEdition. Cap. 1 al Cap 9.
- (3) Schwela, Dietrich; Zali, Oliver. **Urban traffic pollution**. 2005. London. Pag. 1 – 64.
- (4) Gaur, R.C. 2008. **Basic environmental engineering**. New International (P) Limited, Publishers. New Delhi. Pag 183 – 193.
- (5) Molero, Nuria.2009. **Contaminación acústica**. Pag. 1 – 15.
- (6) COITT. 2008. **Libro blanco sobre el efecto del ruido ambiental en la sociedad y su percepción por parte de la ciudadanía**. Madrid. Pag. 3 – 20.
- (7) Miyara, Federico. 1995. **Contaminación acústica en Rosario**. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Rosario. Pag. 6 – 30.
- (8) López Pérez, Gabriel. 2005. **El ruido en el ambiente laboral**. Instituto de seguridad y salud laboral. Segunda edición. Murcia. Pag. 11 – 35.

- (9) Pérez Lambraño, Paulo César. 2009. ***Incidencia del programa de restricción vehicular “pico y placa” sobre las emisiones atmosféricas en el área metropolitana del Valle de Aburrá.*** Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- (10) Kiely, Gerard. 2003. ***Ingeniería Ambiental.*** Editorial Nomos S.A. Colombia. Pag. 527 – 563.
- (11) Rodríguez Flores, JessikaSusan. 2010. ***El tráfico vehicular como fuente de contaminación acústica.*** WorldCongress&ExhibitionEngineering 2010. Argentina. Pag. 2 – 10.
- (12) Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos. 2000. ***Metodología de la investigación.*** Segunda edición. McGrawHill. México.
- (13) SeguésEchazarreta, Fernando. ***Estrategia de elaboración de un mapa de ruido.*** Disponible en: http://www.vitoria-gasteiz.org/w24/docs/ceac/ruidourbano/pdf/congruido05_pon6.pdf (20-10-2010).
- (14) Torres Rivera, Ludwing. 2009. ***Diagnóstico de la contaminación ambiental en la provincia cercado del departamento de Cochabamba.*** Disponible en:

www.agr.umss.edu.bo/rrnn/ContaminacionCercado.pdf (23-10-2010).Pag- 43 -46.

- (15) (13)Rozas Flores, Alan E. **Auditoría medioambiental, fundamentos para su aplicación.** Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/quipukamayoc/2000/primer/audito_medio.htm (12-09-2010).
- (16) ETHIC ABOGADOS. **Auditoría ambiental.** Disponible en: <http://ethicabogados.com/Explicacion.pdf> (15-10-2010).
- (17) Ayuntamiento de Valladolid. 2010. **Plan municipal contra la contaminación acústica.** Disponible en: <http://www10.ava.es/rccava/documentos/maparuidos/plan%20de%20accion%20contra%20el%20ruido.pdf> (20-11-2010).
- (18) Santos de la Cruz, Eulogio. 2007. **Contaminación por ruido vehicular en la avenida Javier Prado.** Disponible en: <http://revistas.concytec.gob.pe/pdf/id/v10n1/a03v10n1.pdf> (12-10-2010).
- (19) Robleda Cabezas, Heliodoro. 1994. **Implantación de sistemas de control de gestión medioambiental.** Disponible en: <http://www.observatorioiberoamericano.org/paises/spain/art%C3%ADculos%20diversos%20sobre%20contabilidad%20de%20gesti%C3%B3n/Heliodoro%20Robleda%202.pdf> (4-10-2010).

- (20) Ortega B, Mariela; Cardona M, Juan Mario. 2005. **Metodología para evaluación del ruido ambiental urbano en la ciudad de Medellín.** Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/120/12011106008.pdf> (4-10-2010).
- (21) Pacheco, José; Franco, Juan F.; Behrents, Eduardo. 2009. **Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto.** Disponible en: <http://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/A8%2030.pdf> (5-10-2010).
- (22) Martínez Sandoval, Avelino. 2009. **Ruido por tráfico urbano: Conceptos, medidas descriptivas y valoración económica.** Disponible en: http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/40382293.html (4-10-2010).
- (23) Zuluaga Echeverry, Claudia Lucía. 2009. **Un aporte a la gestión del ruido urbano en Colombia, caso de estudio: Municipio de Evisado.** Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia – Medellín. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2027/1/32106032.2009.pdf> (11-12-2010).

- (24) Arias Purga, José Elías. ***Implantación de un sistema de supervisión medioambiental en materia de ruido***: Agenda 21. Disponible en: <http://www.ecudap.com/2.pdf> (4-09-2010).
- (25) Ministerio de Energía y Minas. 1993. ***Guía Ambiental: Manejo de problemas de ruido en la industria minera***. Disponible en: http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/ruido_minera.pdf
- (26) Krauss Ruz, Fernando. 2003. ***Metodología para la evaluación del ruido por tráfico vehicular en zonas urbanas: Aplicación a la Comuna de Santiago***. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Chile. Disponible en: http://www.digeo.cl/doc/Krauss_Ruz_Fernando.pdf (12-09-2010)
- (27) Bañuelos Castañeda, Miguel. 2005. ***Análisis de los niveles de ruido ambiental por tráfico vehicular en puntos críticos de la zona metropolitana de Guadalajara y actualización del mapa de ruido***. Tesis de Maestría. Universidad de Guadalajara. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/analisis-niveles-ruido-ambiental-traffic-vehicular/analisis-niveles-ruido-ambiental-traffic-vehicular.pdf> (9-10-2010).
- (28) MINAM. 2003. ***Reglamento de estándares Nacionales de calidad ambiental para ruido***. Disponible en:

- <http://www.minam.gob.pe/dmdocuments/ds-085-2003-pcm.pdf> (15
– 10 -2010).
- (29) SINIA. MINAM. **Ley orgánica de municipalidades, Ley N° 27972.**
Disponible en:
<http://sinia.minam.gob.pe/index.php?idElementoInformacion=34>
(12-09-2010).
- (30) Morales Pérez, Javier. 2009. **Estudio de la influencia de determinadas variables en el ruido urbano producido por el tráfico de vehículos.** Tesis Doctoral. Universidad politécnica de Madrid. Disponible en:
http://oa.upm.es/2487/1/JAVIER_MORALES_PEREZ.pdf (25-11-2010).
- (31) KoganMusso, Pablo. 2004. **Análisis de la eficiencia de la ponderación “A” para evaluar efectos del ruido en el ser humano.** Tesis T.P. Universidad Austral de Chile. Disponible en:
<http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/kogan.pdf> (25-11-2010).
- (32) Lidón Juan, Francisco. 2002. **El ruido en la sociedad actual: consecuencias y posibles soluciones.** Disponible en:
<http://www.deteca.es/El%20ruido%20en%20la%20sociedad%20actual.pdf> (23-10-2010)

ANEXOS

ANEXO A

CRITERIOS SOBRE RUIDO DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

En la lista siguiente se proporcionan valores límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud. Las cifras representan los valores máximos a menos que se indique lo contrario. Más abajo se explican las abreviaturas.

| Límite | Efecto a evitar o situación en la que se aplica |
|--------------------------|--|
| 100 - 130 dBA | Incomodidad auditiva |
| 130 - 140 dBA | Riesgo de daño físico (por ejemplo, perforación del tímpano) |
| 130 dBA | Dolor agudo |
| 70 dBA L_{eq24} | Daño auditivo despreciable |
| 30 dBA L_{eq} | Excelente inteligibilidad |
| 45 dBA L_{eq} | Inteligibilidad completa |
| 40 - 55 dBA L_{eq} | Inteligibilidad razonablemente buena |
| $T_{rev} < 0,6$ s | Adecuada inteligibilidad |
| $T_{rev} = 0,25 - 0,5$ s | Inteligibilidad adecuada para los hipoacúsicos |

| | |
|---|---|
| S/N > 0 dB | Comprensión de la palabra |
| S/N > 10 dB - 15 dB | Comprensión de la palabra extranjera, escuela, teléfono, mensajes complejos |
| 100 dBA L_{eq4} | Conciertos |
| 90 dBA L_{eq4} | Discotecas |
| 140 dB peak | Sonidos Impulsivos |
| ASPL < 80 dBA | Juguetes, en el oído del niño |
| CSPL < 130 dBC | Juguetes, en el oído del niño |
| 30 dBAL _{eq} | Ruido interior |
| 40 - 45 dBAL _{max} (fast) | Eventos ruidosos aislados al dormir |
| 45 dBAL _{eq} | Ruido externo al dormir (ventanas abiertas, reducción de 15 dB) |
| 35 dBAL _{eq} | Salas de hospital |
| 45 dBAL _{max} (fast) | Eventos ruidosos aislados, salas de hospital |
| 50 - 55 dBAL _{eq} | Exteriores de día |
| 40 - 50 dBAL _{eq} | Exteriores de noche |
| $T_{rev} = 1$ s | Buffet de escuela |
| 55 dBAL _{eq} | Patios de escuela |
| Si $L_{eqC} - L_{eqA} > 10$ dBA y $L_{eqA} < 60$ dBA | Sumar 5 dBA a L_{eqA} |
| Si $L_{eqC} - L_{eqA} > 10$ dBA y $L_{eqA} > 60$ dBA | Sumar 3 dBA a L_{eqA} |

ABREVIATURAS USADAS EN ESTA TABLA

L_{eq} : Nivel equivalente durante la medición

L_{eq24} : Nivel equivalente durante 24 horas

L_{eq4} : Nivel equivalente durante 4 horas

L_{eqA} : Nivel equivalente con compensación de frecuencia A

L_{eqC} : Nivel equivalente con compensación de frecuencia C

L_{max}: Máximo nivel con una dada respuesta (rápida, lenta o impulsiva)

Peak: Máximo nivel instantáneo

fast: Respuesta con una constante de tiempo de 125 s

slow: Respuesta con una constante de tiempo de 1 s

SPL: Nivel de presión sonora

dBA: Decibel compensación A

dBC: Decibel compensación C

S/N: Relación señal/ruido, en general en dB

T_{rev}: Tiempo de reverberación (tiempo que demora el sonido en extinguirse al cesar la fuente)

Esta información fue tomada del libro "CommunityNoise", editado por Berglund and Lindvall, publicado por el KarolinskaInstitute, Suecia, que puede obtenerse de la Universidad de Estocolmo.

ANEXO B

ENCUESTA

DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN SONORA EMITIDA POR EL TRÁFICO VEHICULAR QUE PERMITA PROPONER MEDIDAS CORRECTIVAS AL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE TACNA, 2010.

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

ESCUELA DE POSGRADO

EDAD: _____

SEXO: M: _____ F: _____

1. ¿Considera que el ruido del tráfico vehicular presente en este tramo de la Avda. Bolognesi es molesto e interrumpe alguna de las actividades que a diario realiza para vivir? (Trabajo, dormir, estudio, tiempo libre, descanso).

Sí: _____ No: _____

2. ¿Ha pensado o ha decidido cambiar de vivienda, oficina o establecimiento comercial a causa del ruido del tráfico vehicular?

- a. Sí lo ha decidido
- b. Sí lo ha pensado pero no lo ha decidido
- c. No lo ha pensado
- d. Le es indiferente

3. Califique el grado de contaminación sonora vehicular en este lugar.

- Extremadamente molesto
- Molesto
- Soportable
- Muy leve
- No hay contaminación sonora

4. ¿Considera que el ruido del tráfico vehicular ha afectado su salud?

Sí: _____ No: _____

5. Si su respuesta es Sí, diga ¿de qué manera?

Dolor de cabeza

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| Cansancio | <input type="checkbox"/> |
| Enfermedad de oído | <input type="checkbox"/> |
| Estrés | <input type="checkbox"/> |
| Pérdida de la audición | <input type="checkbox"/> |
| Insomnio | <input type="checkbox"/> |
| Ninguna | <input type="checkbox"/> |

6. ¿Considera necesario controlar el ruido vehicular en esta ciudad?

Si: _____ No: _____

7. ¿Estaría dispuesto a aceptar alguna medida para controlar el ruido vehicular?

Si: _____ No: _____

8. ¿Está enterado de la existencia de normas que controla la emisión de ruido vehicular en el Perú?

Si: _____ No: _____

9- ¿Sabe de la existencia de una ordenanza municipal que controle la emisión de ruido vehicular en la ciudad de Tacna?

Si: _____ No: _____

10. ¿Conoce usted alguna autoridad que regule y controle la contaminación por ruido?

Si: _____ No: _____

¿Cuál?: _____

11. Si respondió Sí, a la pregunta anterior, por favor conteste ¿Considera usted que la entidad que usted mencionó está actuando de manera adecuada en materia de control de ruido?

Si: _____ No: _____

12. ¿Cuál cree usted que podría ser la medida correctiva para reducir el nivel de contaminación sonora?

Revisión técnica anual a vehículos

Imposición de multas a vehículos ruidosos

Campañas de educación ambiental

Monitoreo y construcción del mapa de ruido

Auditoría ambiental a la gestión ambiental

ANEXO C

ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO

Decreto supremo N° 085-2003-PCM Anexo N° 1

| ZONA DE APLICACIÓN | VALORES EXPRESADOS EN L_{AeqT} | |
|-----------------------------|----------------------------------|----------|
| | HORARIO | HORARIO |
| | DIURNO | NOCTURNO |
| Zona de aplicación especial | 50 | 40 |
| Zona residencial | 60 | 50 |
| Zona comercial | 70 | 60 |
| Zona industrial | 80 | 70 |