

**LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL
RUIDO POR TRÁFICO RODADO MOTORIZADO EN BOGOTÁ**

Ing. Carolina Franco Scarpetta



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA DE BOGOTÁ
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES
MAESTRÍA DE GESTIÓN AMBIENTAL
II SEMESTRE 2010
BOGOTÁ**

**LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL
RUIDO POR TRÁFICO RODADO MOTORIZADO EN BOGOTÁ**

Ing. Carolina Franco Scarpetta

Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Gestión Ambiental

ASESOR

Ing. Mario Opazo

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

BOGOTÁ

2010

Nota de aceptación

Firma del asesor

Firma del Jurado

Bogotá D.C., mes de noviembre 2010

CONTENIDO

	Pág.
1 ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL TEMA	13
1.1 Espacio	14
1.2 Áreas de conocimiento y disciplinas asociadas al tema	14
2 PROBLEMA	16
2.1 Justificación	22
3 ANTECEDENTES	24
4 SITUACION ACTUAL	29
5 OBJETIVOS	40
5.1 Objetivo de desarrollo:	40
5.2 Objetivo general.	40
5.3 Objetivos específicos.	40
6 MARCO TEÓRICO	41
6.1 Marco legal	41
6.2 Marco Geográfico	43
6.3 Marco Conceptual	46
6.3.1 Ruido	46
6.3.2 Definiciones físicas de ruido	47
6.3.3 Planificación urbanística	50
6.3.4 Sonido y espacio urbano	50
6.3.5 Planificación y Contaminación Acústica	50
6.3.6 Gestión Ambiental	52
6.3.7 Gestión Ambiental, Contaminación Acústica y Planificación Urbanística	53
7 CAPÍTULO METODOLÓGICO	55
	4

7.1	Técnicas cuantitativas	55
7.2	Diseño de la Investigación	55
7.3	MÉTODOS	56
7.3.1	<i>DEDUCTIVO</i>	56
7.4	ETAPAS DEL PROYECTO	57
7.5	HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS	59
7.5.1	ETAPA 1	59
7.5.2	ETAPA 2	60
7.5.3	ETAPA 3	61
7.6	TRIANGULACIÓN	61
8	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE RUIDO POR TRÁFICO EN BOGOTÁ	63
8.1	Línea de tiempo transporte público de Bogotá	64
8.1.1	La ciudad del tranvía	64
8.1.2	La aglomeración urbana del autobuses	65
8.1.3	La primacía del automóvil	66
8.1.4	Cuarta etapa. La ciudad región y la movilidad sostenible.	67
8.2	PERCEPCIÓN DE LA CIUDADANÍA	68
8.3	Volumen del tráfico	72
8.3.1	Vehículos particulares	72
8.3.2	TAXIS	74
8.3.3	Motos	75
8.3.4	EL TRANSPORTE MASIVO TRANSMILENIO	77
8.4	Características del transporte público.	77
8.5	Composición del tráfico	78
8.6	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS VÍAS	78
8.6.1	ESTADO DE LA MALLA VIAL	79
8.6.2	Irregularidades y discontinuidades del pavimento	79
8.7	Congestión	81
8.8	Patrones de conducción.	82
8.9	MEDIDAS DE RESTRICCIÓN VEHICULAR Y DÍA DE NO CARRO	86
8.9.1	PICO Y PLACA	86
8.9.2	DÍA DEL NO CARRO	87

9	RECOPIACIÓN DE METODOLOGÍAS Y GUÍAS EXISTENTES Y UTILIZADAS PARA LA EVALUACIÓN DE RUIDO AMBIENTAL Y POR TRÁFICO RODADO	88
9.1	sistematización de metodologías	88
9.2	consulta a expertos	94
9.2.1	Factores de ruido en la ciudad por tráfico	94
9.2.2	Procesos de medición	94
9.2.3	Observaciones a la resolución 0627 del 2006.	98
10	PROPUESTA DE GESTIÓN	99
11	LINEAMIENTOS	102
11.1	Determinar la línea base del área de influencia	102
11.1.1	Clasificación de las vías	103
11.1.2	Definir áreas con usos sensibles al ruido	103
11.1.3	Identificar las principales causas de ruido	104
11.2	Criterios de ruido (límites permisibles)	104
11.2.1	Criterios de la OMS	106
<input type="checkbox"/>	Ambientes específicos	108
11.2.2	Definición de criterios en Colombia	110
11.3	PROCEDIMIENTO PARA MONITOREO de ruido	112
11.3.1	Procedimiento	112
11.4	MODELOS DE CÁLCULO Y PREDICCIÓN DEL RUIDO	120
11.4.1	Metodología basada en predicciones	121
11.4.2	Programas informáticos	123
<input type="checkbox"/>	Experiencia de usuarios	124
11.5	ESTUDIOS DE PERCEPCIÓN CIUDADANA	125
11.5.1	Diseño de la Encuesta	127
11.5.2	Orden de las preguntas	127
<input type="checkbox"/>	Datos personales	127
11.6	RELACIONES EXPOSICIÓN RESPUESTA. PROPUESTA DE LA COMISIÓN europea PARA SU USO EN LOS ESTADOS MIEMBROS	130
11.7	Mapas de ruido	133
11.8	Evaluación de la importancia del impacto	135
11.9	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	137
11.10	Determinar actores	138

11.11 Recursos económicos	141
11.12 SENSIBILIZACION A LA POBLACIÓN	141
11.13 ELECCIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN	142
11.14 Análisis costo beneficios	145
12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	147
BIBLIOGRAFÍA	158

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1 ANTECEDENTES	27
TABLA 2. NIVELES DE RUIDO SEGÚN EL CILINDRAJE DE LAS MOTOCICLETAS	75
TABLA 3 PUNTOS DE CONVERGENCIA Y DIVERGENCIA DE LAS METODOLOGÍAS REVISADAS	91
TABLA 4. VALORES GUÍA PARA EL RUIDO COMUNITARIO EN AMBIENTES ESPECÍFICOS	108
TABLA 5. EFECTOS DE DIFERENTES NIVELES DE RUIDO NOCTURNO EN LA SALUD POBLACIÓN	110
TABLA 6. RESUMEN DE MODELOS SIMPLES PARA EL CÁLCULO DE NIVELES DE RUIDO POR TRÁFICO	122
TABLA 7.EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS SEGÚN CRITERIOS DE RIESGO	137
TABLA 8. ACTORES INVOLUCRADOS EN EL RUIDO GENERADO POR TRÁFICO	139

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
GRÁFICA 1 EFECTOS DEL RUIDO	17
GRÁFICA 2 RELACIÓN ENTRE LA REGULACIÓN DE RUIDO Y EL NIVEL DE IMPACTO DEL DESARROLLO	21
GRÁFICA 3 MARCO CONCEPTUAL	46
GRÁFICA 4 FACTORES QUE DETERMINAN SI UN SONIDO ES RUIDO	49
GRÁFICA 5 FACTORES QUE INTERVIENEN EN RUIDO DE TRÁFICO RODADO	63
GRÁFICA 6 ¿CÓMO CONSIDERA EL NIVEL DE RUIDO EN BOGOTÁ EN GENERAL?	69
GRÁFICA 7 PERCEPCIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO CAUSADOS POR LA MOVILIDAD CON RESPECTO AL AÑO ANTERIOR.	70
GRÁFICA 8 PERCEPCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE CAUSAS DE LA CONGESTIÓN EN LA CIUDAD	72
GRÁFICA 9 NÚMERO DE VEHÍCULOS PARTICULARES POR EDAD EN BOGOTÁ	73
GRÁFICA 10 COMPARACIÓN ENTRE PATRONES DE CONDUCCIÓN NORMALES Y AGRESIVOS	76
GRÁFICA 11 ESTADO DE LA MALLA VIAL DE BOGOTÁ	80
GRÁFICA 12 ETAPAS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE RUIDO POR TRÁFICO	90
GRAFICA 13.EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RUIDO	142

LISTA DE ANEXOS.

ANEXO 1. MATRIZ COMPARATIVA DE METODOLOGÍAS.

ANEXO 2. MODELO DE FORMATO DE ENCUESTA PERCEPCION DE LA POBLACION DEL RUIDO GENERADO POR TRÁFICO RODADO MOTORIZADO.

ANEXO 3. MAPAS DE RUIDO DE DIEZ DE LOCALIDADES DE BOGOTA.

RESUMEN

El presente estudio nace de la necesidad de comprender la problemática ambiental que genera la contaminación acústica por tráfico rodado y el impacto que tiene sobre la salud y el bienestar de la población en Bogotá.

Para abordar este problema se generaron unos lineamientos para la evaluación de impacto ambiental de ruido por tráfico en Bogotá a partir de la recopilación y el análisis de diferentes metodologías a nivel mundial y de criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud, las normas ISO y las Normas técnicas colombianas, para adaptarlos al contexto y la situación de ruido de la ciudad. Los resultados muestran que se necesita trabajar en las normatividades sobre el ruido y en el establecimiento de unos procedimientos de monitoreo y cálculo de niveles del mismo generado por tráfico, para obtener resultados más confiables y ajustarse con precisión a la evaluación del problema. Finalmente se concluye que es necesario diseñar, evaluar y validar una metodología para la EIA de ruido por tráfico que se ajuste a las condiciones particulares de la ciudad. Generar un capítulo específico en la normatividad dirigido al control y a la evaluación de ruido por tráfico. Y a la protección y el bienestar de los habitantes de Bogotá.

ABSTRACT

This survey was taken due to the need of understanding the environmental trouble caused by road traffic and its impact on the health and welfare of the population of Bogotá. In order to work on this subject, some guidelines were created to evaluate the environmental traffic noise impact in Bogotá through the compiling and analysis of different world recognized methodologies and criteria's established by the World Health Organization, ISO regulations and the Colombian Technical Regulations, in order to adapt them to the city's context and situation.

The obtained results show that it is required to work on the noise normativity and on the establishing of monitoring and calculation levels procedures of noise generated by traffic noise, in order to obtain more reliable results and therefore to adjust with precision to the evaluation of the problem. Finally it is concluded that it is necessary to design, evaluate and validate a methodology for the road traffic noise assessment that is adjustable to the particular conditions of the city, as well as to generate a specific chapter in the normativity, aimed to the protection and welfare of Bogota's inhabitants .

INTRODUCCIÓN

La ciudad es un fenómeno complejo y dinámico, en la cual ocurren la mayoría de transformaciones de la humanidad en diferentes dimensiones: sociales, económicas, políticas, técnicas, y ambientales. Es allí donde se producen importantes procesos de manejo y consumo de los recursos naturales, igualmente se generan grandes problemas de contaminación y de degradación ambiental, así como también las mayores afectaciones sobre el bienestar y la salud del hombre” (Universidad Nacional, 2008).

El crecimiento de las ciudades se ha tomado como un signo de modernización en América Latina y en particular Colombia, regiones donde las proporciones entre población rural y urbana se ha invertido en menos de cincuenta años. Sin embargo, el crecimiento de las ciudades en los países pobres y la falta de solución a sus problemas ambientales pueden significar en el futuro, si no está significando ya, un punto de estrangulamiento del desarrollo moderno y un deterioro paulatino de la calidad de vida (Maya, 1995).

Es precisamente este crecimiento y desarrollo lo que ha generado que el problema de contaminación ambiental por ruido en las ciudades sea de gran importancia actualmente, dado el número de personas expuestas y los efectos que tiene en la comunidad (Universidad Nacional, 2006). Organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud -OMS y la Organización para el Comercio y Desarrollo Económico lo han incluido como un tema ambiental de investigación prioritaria, señalando como un indicador de calidad ambiental urbana (OMS, 2004).

Investigaciones realizadas por la Organización Mundial de la Salud, han mostrado que el ruido ambiental tiene serios efectos negativos sobre la salud humana, especialmente en los comportamientos individuales y expresiones de convivencia colectiva. En los estudios efectuados se han investigado las enfermedades causadas por el ruido entre las cuales se destacan problemas auditivos (cansancio auditivo, efecto enmascarador, pérdida parcial de la audición entre otros), interferencia en la comunicación, efectos sobre el sueño, cansancio, efectos sobre la conducta (irritabilidad, agresividad, astenia, trastornos mentales entre otras), estrés, efectos permanentes (hipertensión y cardiopatía) y efectos negativos en la capacidad de aprendizaje del lenguaje para los niños.

Una de las principales causas del problema de ruido ambiental en Bogotá es el crecimiento en los sistemas de transporte, el cual está dividido en tráfico rodado tanto masivo como mixto y el tráfico aéreo. El tráfico rodado compuesto por el sistema de transporte integrado masivo denominado Transmilenio y el tráfico mixto de transporte público de buses y busetas, camiones, volquetas, vehículos particulares y motocicletas, es uno de los mayores problemas de contaminación auditiva, ya que actualmente el tráfico automotor pequeño se ha desbordado para las insuficientes y precarias vías de la ciudad, creciendo diariamente sin que hasta el momento las medidas tomadas por la administración distrital sean las requeridas, pues las políticas y los lineamientos ambientales de la planeación urbana no han tenido en cuenta este aspecto tan importante hoy en día en el desarrollo de la ciudad.

Bajo el anterior panorama y dentro del marco de la gestión ambiental que busca resolver problemas ambientales, este trabajo de grado se enfocará en proponer unos lineamientos para la evaluación del impacto de ruido ambiental creado por el tráfico rodado en la ciudad de Bogotá (denominado también por nuestras autoridades locales, movilidad urbana), la cual es una herramienta que se utiliza para la correcta toma de decisiones para una gestión ambiental viable.

Se tendrá como soporte fundamental de la investigación, los diferentes estudios que se han realizado en el mundo, principalmente por la Unión Europea, y en los estudios y guías realizadas por la OMS organismos que han trabajado intensamente en este tema, ajustando la información al caso de Bogotá, para que la propuesta sea aplicable a las condiciones propias de la ciudad desde el punto de vista de infraestructura vial y tráfico motorizado.

1 ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL TEMA

El ruido es un contaminante que presenta diferencias con respecto a otros contaminantes especialmente en su generación porque necesita poca energía para ser emitido, su medición y cuantificación es muy compleja, no deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el ambiente pero si en las personas, no se transmite por sistemas naturales, se percibe en un solo sentido es decir por el oído lo cual puede hacer que se subestime su efecto (Conama, 2001).

La respuesta de los seres humanos al estímulo del ruido también se debe ver desde una perspectiva dinámica, es decir que no solo responde de una manera pasiva a las condiciones del ambiente sonoro, sino que esa respuesta está relacionada con variables subjetivas relacionadas con el contexto donde es percibido y las características físicas, sociales y culturales del sujeto que lo percibe (López, 2001). Esta nueva orientación en el estudio de la relación seres humanos-medio sonoro es útil a los urbanistas y profesionales relacionados con la planificación.

El análisis de impacto ambiental es fundamental para la gestión del ruido, se debe hacer antes de implementar políticas, programas, proyectos que puedan generar aumento en los niveles del mismo (OMS, 1999), igualmente esta información es útil a las entidades ambientales encargadas de liderar políticas ambientales y de realizar el control y la vigilancia del ambiente en la ciudad.

No obstante, la reducción del ruido puede ser costosa tanto en lo económico como en lo social, los costes elevados de las medidas para combatir el ruido están muchas veces justificados por los grandes beneficios que se consiguen a través de la reducción del mismo. Por su parte en lo social, hay que reconocer que no es nada fácil influir sobre el comportamiento de la gente. La sensibilización a la población puede hacer que la gente sea consciente de su conducta, pero generalmente no es tarea fácil sensibilizar, en ocasiones para conseguir cambios, las sanciones o recompensas son medidas más apropiadas (Proyecto Silence, 2006).

A nivel nacional, la gestión ambiental está regulada por el decreto 2811 del Código de recursos naturales no renovables y de protección al medio ambiente, en el cual se reglamenta la prevención, preservación, restauración y control de la atmósfera y el espacio aéreo nacional como parte de los recursos naturales

renovables y se regulan otros elementos que conforman el ambiente o influyen en él como el ruido. No obstante a nivel regional cada corporación o autoridad ambiental varía esta gestión dependiendo de las necesidades, posibilidades, prioridades y dificultades, entre otras, que cada entidad tiene, motivo por el cual la gestión no se encuentra, ni ha sido igual en las distintas regiones del país, dado el grado desarrollo de la región, del conocimiento y continuidad de los funcionarios y contratistas y de las dificultades presupuestales (IDEAM, 2006). El control de fuentes generadoras de ruido está reglamentado de acuerdo con la normatividad y las restricciones ambientales dictadas por el Estado a través de instituciones como el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y a nivel local la Secretaria de Distrital de Ambiente que se responsabiliza por establecer la política, el ordenamiento, el manejo y la gestión del medio ambiente con el fin de mejorar la calidad de vida en nuestra ciudad.

1.1 ESPACIO

El lugar donde se realizó la investigación es la ciudad de Bogotá, lugar donde los estudios de ruido manifiestan la problemática de esta variable ambiental generada en las vías públicas y la señalan como una de las principales causas de que los niveles de ruido estén por fuera de los permisibles (IDEAM, 2006).

El incremento en la contaminación auditiva ha impulsado a las entidades ambientales a buscar metodologías para la cuantificación y determinación del impacto en la población, con el propósito de desarrollar actividades de vigilancia y control, establecer medidas de regulación, prevención y mitigación de este contaminante.

1.2 ÁREAS DE CONOCIMIENTO Y DISCIPLINAS ASOCIADAS AL TEMA

El tema será abordado desde el enfoque disciplinar de la ingeniería civil y la experiencia profesional en consultoría ambiental, en cuanto a estudios técnicos de ruido, conocimientos acerca de metodologías, equipos de medición, fuentes de generación de ruido y a la información disponible. Desde lo investigativo se hará con bases teóricas existentes del ruido, su naturaleza y control y los antecedentes mundiales en el tema de metodologías para evaluación de impacto ambiental para fuentes específicas de ruido.

Sin embargo la gestión del ruido requiere un trabajo interdisciplinar, con aquellas asociadas al tema como la medicina, la psicología, sociología las cuales estudian el nivel de afectación de la población expuesta, en el nivel de calidad de vida y los efectos nocivos sobre la salud, el comportamiento, la influencia en actividades cotidianas de los seres humanos y los efectos psicológicos y sociales. De la misma manera, estas ciencias pueden generar algunas valoraciones subjetivas que hacen que una población o persona se encuentre más afectada por el ruido dependiendo de sus características físicas, sociales y culturales (López, 2000).

Al igual, las disciplinas como la economía contribuyen a la gestión del ruido, las investigaciones de consecuencias económicas y los análisis de costos-beneficios son importantes para incrementar la conciencia del público y de los responsables de tomar decisiones. Existen técnicas actualmente utilizadas para la valoración económica de ruido urbano tales como la Técnica de Precios Hedónicos relacionados con el coste de inmueble, el método contingente el cual utiliza una valoración de cuanto están dispuestas a pagar las personas por recibir una reducción del mismo, entre otros (Martínez, 2005). Las investigaciones en Europa están basadas en costes exteriores del ruido tales como son los costes que se generan por su prevención, disminución o eliminación y los costes por asistencia médica y por pérdida de producción de la población debido al ruido.

Dentro de la planificación urbanística hay un grupo interdisciplinario que debe actuar en la lucha contra el ruido en el que encontramos ingenieros, arquitectos, geógrafos, abogados, economistas entre otros, para diseñar los planes de movilidad, planes de descontaminación, planificación de diseños urbanos y la infraestructura de la ciudad entre algunas directrices ambientales.

La gestión ambiental del ruido urbano debe trascender este enfoque interdisciplinar y llegar a la comunidad por medio de la socialización de la problemática, a la apropiación de la misma y a la búsqueda de causas, efectos y soluciones por medio de la participación ciudadana y por último a un cambio de la cultura de ruido de nuestra ciudad.

2 PROBLEMA

El problema de investigación se sitúa en un contexto específico donde confluyen unos factores que se condensan en la sigla PESTE y equivalen respectivamente a los siguientes temas: Político-Jurídico, Económico-Financiero, Socio-Cultural, Tecnológico-Científico y Ecológico-Geográfico (García, 2002). Se realizó previamente una contextualización del tema de investigación, en la cual se identificaron los factores que influyen en el escenario actual del problema.

Los altos niveles de ruido en las grandes ciudades se están convirtiendo en un problema ambiental que se incrementa cada día más con el continuo desarrollo industrial, urbanístico y vial, afectando la salud y calidad de vida de la población, cuyo límite de bienestar según la Organización Mundial de la Salud es 50 decibelios (dB-A), ampliamente superado en la mayoría de los centros urbanos de nuestro planeta.

Una muestra de esto es la capital colombiana, Bogotá, donde se ha presentado un incremento en la contaminación auditiva debido al crecimiento acelerado de la ciudad, al igual que la densidad del tráfico vehicular que circula por las vías principales de la ciudad (Ramusen, sf). En Colombia el lugar donde se concentra la mayor parte del transporte urbano es Bogotá y donde se moviliza el mayor número de usuarios con el 39,3% de vehículos y 37,15% de pasajeros. El parque automotor de buses, busetas y microbuses es de 19.724 unidades y un promedio diario de 3,6 millones de pasajeros (DANE, 2008). Adicionalmente en la actualidad el total de motos ha aumentado significativamente en Bogotá, al 2009 se registraban 163.757 a las cuales no se les aplica la restricción de pico y placa.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que el 76% de la población que vive en los grandes centros urbanos sufre un impacto acústico muy superior al recomendable. En Colombia se ha calculado que alrededor del 70% de la población colombiana que reside en áreas urbanas está expuesta a sufrir lesiones del oído por ruido (Revista semana, 1996). En el caso particular de Bogotá, los ingenieros consideran que la malla vial está extendida sobre toda la metrópoli, lo cual hace que exista permanente exposición a la contaminación por ruido que generan los medios de transporte y se asegura que, "la mayoría de bogotanos están permanentemente sometidos a una contaminación auditiva tan excesiva, que está afectando su salud" (Behrentz, 2008).

Diversos científicos y expertos que tratan la materia, y numerosos organismos oficiales entre los que se encuentran la Organización Mundial de la Salud-OMS, la CEE, la Agencia Federal de Medio Ambiente Alemana y el CSIC Español (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), han declarado de forma unánime que el ruido tiene efectos muy perjudiciales para la salud, genera efectos adversos, con daños físicos en el sistema auditivo, fisiológicos y psíquicos.

Igualmente el contexto de lo público urbano se ha detectado en el común de los habitantes molestias inicialmente ocasionales de estrés, reacciones fisiológicas y psicológicas, mientras que en el colectivo genera sentimiento de soledad, igualmente tiene unos efectos sociales y económicos (Vélez y Espinosa, 2008). Así como se relaciona en la gráfica a continuación que de manera esquemática muestra los efectos potenciales del ruido sobre la salud humana y la sociedad.

GRÁFICA 1 EFECTOS DEL RUIDO



Fuente: www.ruido.org

En la ciudad de Bogotá existe poca información acerca de la relación entre la contaminación acústica principalmente la generada por el tráfico rodado y el número de personas afectadas como consecuencia de este tipo de contaminación. No obstante, existe información clínica de algunas enfermedades que han sido asociadas con la afectación por ruido por entidades como la Organización Mundial de la Salud, entre las que están la hipoacusia, hipertensión arterial, enfermedades

virales, síntomas gastrointestinales y en el sistema endocrino en respuesta a pérdida de sueño, la diabetes y enfermedades isquémicas del corazón, así como también cambios en el comportamiento social como son irritación y agresividad.

Esto se evidencia en los diagnósticos locales con participación social de la Secretaria Distrital de Salud de los años 1998 y 2006, los cuales se realizaron como herramientas para la planeación local en el distrito capital, en estos diagnósticos se observó condiciones de vida y salud y se realizó un análisis de tendencias de morbilidad y mortalidad en cada localidad.

Este estudio se hizo a partir del análisis de la información disponible en los hospitales de cada localidad (Secretaria Distrital de Salud, 2006). En estos informes se identifica generalmente como la primera causa entre las diez primeras de mortalidad, las enfermedades isquémicas del corazón de las muertes registradas entre los años 1998 y 2002, seguido por agresiones y enfermedades cerebro vasculares. Otras de las causas de muerte las constituyen enfermedades como la diabetes, enfermedades respiratorias e hipertensivas. De igual manera en la morbilidad general en estos mismos años se identifican enfermedades hipertensivas, enfermedades del oído, respiratorias y de gastritis (Secretaria Distrital de Salud, 2006).

Por otra parte, en el censo de población 2005 DANE de los 2.639.549 de personas que poseen algún tipo de discapacidad, ya sea física, sensorial o cognitiva, se registró una población con discapacidad auditiva superior a los 456.642 personas, de las cuales un porcentaje superior al 10% son las que presentan la pérdida como consecuencia de la contaminación acústica (DANE, 2005).

En el informe de los riesgos y amenazas de origen antrópico de las localidades de Bogotá realizado por la Secretaria Distrital de Salud de Bogotá, se establece que el ruido constituye una importante causa de morbilidad de manera especial en los grupos de población expuestos como vendedores ambulantes y agentes de tránsito. Una evaluación realizada entre los agentes de tránsito indicó que cada uno de quince presenta pérdida auditiva (DNP- Programa de Naciones Unidas para el desarrollo PNUD-1994).

En las diferentes localidades se identificó como factor de riesgo para la población, el tráfico automotor principalmente en los ejes e intersecciones viales, en algunas zonas se incrementa los niveles de ruido por el comercio, los altoparlantes y los

vendedores ambulantes que se encuentran en las vías. Algunas localidades consideradas como zonas críticas en este tema ambiental son Fontibón, Engativa, Chapinero y Puente Aranda donde se asocia el ruido de manera más fuerte con la sordera, siendo ésta una causa de discapacidad en estas localidades. Igualmente se establece la posibilidad que exista una relación entre diferentes enfermedades que presentan los habitantes de estas localidades con afecciones del oído relacionadas con la agudeza, estrés y ansiedad (Secretaría Distrital de Salud, 2006).

En la localidad de Engativá se relaciona la hipertensión arterial, la cual es la tercera causa de morbilidad en la localidad, con el factor de riesgo ruido el cual es una condición propia de este sector, además de indicar que su tendencia es hacia el aumento, por lo cual se considera que habrá un incremento en los próximos años del número de casos reportados (Secretaría Distrital de Salud, 2006).

En la localidad de Engativá se presentan los más altos niveles de ruido junto con la Localidad de Fontibón, lo que presume que genera la tensión nerviosa (estrés) referida por los ciudadanos derivada de la intensidad del ruido al que son sometidos diariamente. En esta localidad se registran 7.587 personas con alguna discapacidad de las cuales la sordera ocupa el segundo lugar con un 25 % del total de población (Secretaría Distrital de Salud, 2006).

En el estudio realizado en la localidad de Puente Aranda por la Universidad INCCA en convenio con la Secretaría Distrital de Ambiente se realizaron 1.064 encuestas para determinar los efectos negativos que tiene el ruido ambiental sobre la salud de la población, algunas de estas encuestas se realizaron alrededor de las vías perimetrales y de primer orden de la localidad y otras alrededor de las fuentes fijas ubicadas dentro de la misma. En esta encuesta la gente identificó el tráfico rodado como la principal fuente generadora de ruido ambiental con un 31,2 %, que identifica a los autos y camiones como causantes de ruido. Igualmente se obtuvo que el 12,44% padecen de dolor de cabeza y otra proporción igual, irritación el 11,86%, el 9,03% y el 8,12% experimentan interferencia al hablar, al trabajar y al dormir respectivamente, el 10,08% de los encuestados padecen desconcentración, el 8,47% de intranquilidad y el 6,24% sufren alteraciones de diferentes tipos. Además algunos sufren alteraciones en el pulso y fatiga. Así mismo se realizó un estudio audiológico y del total de la población evaluada el 93,22% presentó al menos un factor extra-auditivo a la exposición de ruido, lo que muestra que se está afectando altamente a la

población de todas las edades (Secretaría Distrital de Ambiente, 2007 y Universidad INCCA, 2000).

En efecto, en esta localidad se ha generado una alta proporción de quejas de la población por contaminación acústica y también el 39% de la población encuestada expresó que estaría dispuesta a participar en los planes de manejo que se desarrollen para controlar y mitigar este tipo de contaminación ambiental (Secretaría Distrital de Ambiente, 2007 y Universidad INCCA, 2000).

De igual manera, el ruido no sólo produce perjuicios directos y acumulativos sobre la salud, sino que además tiene efectos socioculturales, estéticos y económicos tales como aislamiento social, pérdida de privacidad, pérdida de señales sonoras significativas, depreciación económica de la vivienda, etc. “La combinación de todos los factores anteriormente descritos ha convertido en inhóspitas muchas ciudades, deteriorando en ellas fuertemente los niveles de comunicación y las pautas de convivencia” (Chávez, 2006). En Bogotá con el alto crecimiento poblacional en los últimos años por encima de los siete millones de habitantes, se percibe también un ambiente de hostilidad creciente, que genera cada vez más intolerancia, y que, por lo tanto, ha deteriorado de manera significativa, las pautas de convivencia entre los ciudadanos.

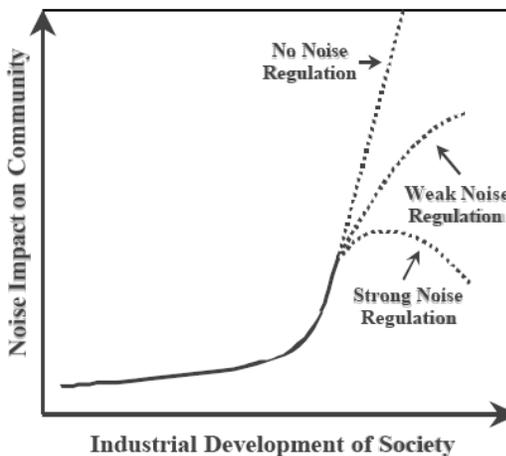
Por otra parte la población en su mayoría no se ha sensibilizado ante la problemática del ruido, hasta el punto de aceptar el ruido como un factor intrínseco en las grandes ciudades. En Bogotá la utilización frecuente y recurrente del pito, el cual según el código de tránsito solo es utilizable para prevención de accidentes y casos de emergencia, es utilizado por los conductores como medio para expresar sus frustraciones al problema de movilidad de la ciudad. Aunque, ya hay campañas de la alcaldía de sensibilización al ruido, en diferentes localidades se han hecho talleres, charlas entre otros para concientizar a los ciudadanos, (Secretaría Distrital de Ambiente-SDA, 2007), infortunadamente, la mayor parte de estas campañas han estado enfocadas al comercio y a los sitios de diversión (bares, discotecas etc.).

Actualmente el control y vigilancia de esta variable ambiental está regulada por el Decreto 948 de 1995 del MAVDT, el cual contiene el reglamento de protección y control de la calidad del aire y la resolución 0627 del 2006 en la que se fija la norma para emisión de ruido y ruido ambiental a nivel nacional, con base en esta normatividad se realizan todos los estudios de impacto ambiental del mismo. Sin embargo a pesar de ser reconocido que el ruido en centros urbanos proviene principalmente del tráfico vehicular, esta norma no contiene un capítulo específico

para la medición de ruido ambiental por tráfico, ni tampoco se ejerce control sobre el mismo. Un ejemplo de esto se refleja en el informe de gestión ambiental del 2007 de la Secretaria Distrital de Ambiente-SDA donde se muestra un control y seguimiento de contaminación por ruido en cada localidad de Bogotá a fuentes fijas y al aeropuerto, sin embargo no aparece la gestión realizada en relación a fuentes móviles (Secretaria Distrital de Ambiente-SDA, 2007).

En consecuencia, como se muestra en la grafica Numero 2 tomada de “guidelines for comunity noise de la OMS”, al no existir una regulación fuerte en el tema de ruido por tráfico, éste se incrementa, así como también el impacto que genera en la sociedad. Igualmente la inexistencia de mecanismos de comando y control que sean efectivos y que permitan garantizar el cumplimiento de lo establecido en la normatividad vigente, la falta de gestión de la autoridad ambiental en el tema contribuye al ambiente de irrespeto por esta norma que alimenta la sensación de desinstitucionalización (Behrentz et al., 2009).

GRÁFICA 2 RELACIÓN ENTRE LA REGULACIÓN DE RUIDO Y EL NIVEL DE IMPACTO DEL DESARROLLO



Fuente: guidelines for comunity noise

Además del cumplimiento de la normatividad, se suma la divergencia en los métodos de evaluación que impiden determinar la contaminación acústica por tráfico rodado, lo que supone un gran problema para la integración de estudios de ruido de diferentes zonas y comparabilidad de datos, las entidades ambientales que realizan los estudios de impacto ambiental directamente o mediante

consultores ambientales no tienen unos lineamientos claros para la evaluación de impacto ambiental, por lo cual usan metodologías ajustadas a sus criterios y a la resolución 627 del 2006 y generan procedimientos diferentes en cuantos a tiempos de medición, distancia de medición, escogencia de puntos, corrección de datos entre otros.

Este panorama hace caótico la evaluación de ruido por tráfico en Bogotá e impide por razones lógicas su intervención, pues las políticas deben ajustarse con precisión a la evaluación del problema. Es decir, una ubicación concreta del problema y sus dimensiones, deben ser precisas, para que lo sean las decisiones que intentan corregirla.

Evaluar con precisión es necesario y es aquí donde se centraliza el problema de esta investigación, los múltiples y variados modelos de evaluación que son tan disímiles aplicarlos indistintamente en diferentes escenarios de movilidad, que podrían hacerlos ineficaces.

Síntesis del problema

No existe una metodología para la evaluación del impacto ambiental de ruido por movilidad urbana en Colombia, por lo cual se plantea proponer unos lineamientos para la EIA que se ajusten al contexto de Bogotá.

2.1 JUSTIFICACIÓN

La contaminación acústica es hoy un problema de salud pública y un tema ambiental denominado prioritario según Organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud y la Organización para el comercio y Desarrollo Económico, los cuales lo han señalado como un indicador de calidad ambiental urbana (OMS, 2004). Por lo cual se proponen unos lineamientos de evaluación del impacto ambiental del tráfico rodado motorizado, como un instrumento de la gestión ambiental que provea información y un marco común de actuación que permita hacer comparaciones a nivel internacional y desarrollar los planes, programas y proyectos preventivos correctivos de los impactos ambientales de futuros proyectos urbanos y de movilidad.

La evaluación de impacto ambiental de ruido por tráfico rodado puede actuar como una herramienta para obtener niveles de ruido y correlacionarlos con la respuesta

de la comunidad al ruido, estimar el número de personas expuestas al ruido, apoyar acciones legislativas y decisiones de planificación con la finalidad de reducir personas expuestas al ruido, obtener descriptores del ruido con el fin de identificar impactos actuales o futuros, determinar la necesidad de acciones de control y mitigación de ruido, planificación de usos de suelo según actividades humanas y comparación de niveles de ruido con los establecidos en la legislación.

El control y la evaluación del impacto ambiental en la infraestructura vial es relativamente reciente en los países en vía de desarrollo, sin embargo la tendencia mundial apunta a la incorporación de estudios de impacto ambiental dentro de los planes de ordenamiento territorial (Universidad de los Andes, 2006). Al mismo tiempo mediante estas herramientas se puede generar información que permita desarrollar planes, programas y proyectos preventivos correctivos o de seguimiento de impactos ambientales que generarían futuros proyectos urbanos y de transporte.

De igual manera la temprana integración de la planificación de la reducción del ruido en el proceso urbanístico permite que esta sea eficaz y exhaustiva y que se pueda llevar a cabo una evaluación, por ejemplo, del marco general del plan de desarrollo urbano, del uso del suelo, de las infraestructuras de transporte, del plan urbanístico, de la configuración del paisaje, del plan de calidad del aire y de los planes regionales y locales relativos a aspectos vinculados al transporte y al medio ambiente (Silence, 2006).

En la actualidad la ciudad cuenta con la intención de desarrollar proyectos que van desde la ampliación del Sistema Integrado de Transporte, hasta la construcción de un Tren de Cercanías y un Metro, por lo cual necesita ajustarse continuamente, de forma tal que contribuya al interés de la ciudad, a un desarrollo urbano integral, que articule los diferentes modos de transporte de la ciudad, mejore la calidad ambiental y por supuesto la calidad de vida de los Bogotanos, lo cual necesita de evaluaciones de impacto ambiental, sociales y económicas.

3 ANTECEDENTES

A continuación se presenta un panorama de lo que se está trabajando a nivel mundial en el tema de ruido urbano y especialmente en las evaluaciones de impacto ambiental de ruido por tráfico rodado.

La Organización Mundial de la Salud desarrolló unas guías para ruido urbano en 1999 en las cuales estableció un marco de acción frente a este tema, estas guías buscan consolidar el conocimiento científico sobre las consecuencias del ruido en la salud y orientar a las autoridades y profesionales de salud ambiental que tratan de proteger a la población de los efectos del ruido ambiental, de ahí que los criterios establecidos en estas guías estén muy enfocados a realizar una valoración de los efectos del ruido en la salud de las personas y en el comportamiento social.

Por otra parte, en Europa las investigaciones realizadas han estado enfocadas a la armonización de los métodos del cálculo y de los índices del ruido, según lo indicado por la Comisión Europea, este es un primer paso necesario dentro de la gestión del ruido urbano, de ahí que actualmente en Europa se esté trabajando en el proyecto **IMAGINE**, con el fin de crear metodologías específicas para cada fuente de ruido.

Estas mismas investigaciones demuestran posibles diferencias en el resultado de los cálculos del ruido usando diversas metodologías de hasta 15 dB(A) y señalan que los índices del ruido y los estándares de mismo difieren considerablemente, lo que dificulta la comparación de datos sobre la exposición del mismo. La agencia ambiental europea (EEE, 2000) ha establecido que las diferencias en metodologías imposibilitan la comparación de las situaciones del ruido entre los Estados miembros, por lo cual la Comisión Europea publicó una directriz sobre ruido ambiental (Comisión Europea, 2002), la cual apunta a armonizar índices del ruido y métodos del cálculo del mismo a través de los Estados miembros, de igual forma establece métodos provisionales para el cálculo del tráfico y del ruido industrial. No obstante, los métodos nacionales existentes de estados miembros siguen siendo válidos, mientras sus resultados no se diferencien perceptiblemente de los métodos provisionales.

De igual manera la directriz de ruido Europea busca formular un planteamiento común destinado a evitar, prevenir o reducir prioritariamente los efectos perjudiciales, incluido las molestias, de la exposición al ruido ambiental. La Directiva dispone que se apliquen progresivamente medidas de seguimiento al

problema ambiental mediante la realización de mapas estratégicos de ruido de las principales carreteras mediante indicadores de ruido armonizados y propone el uso de relaciones dosis-efecto las cuales permiten evaluar los efectos del ruido en la población de Europa. Al mismo tiempo se refuerza la Información y consulta de la población para velar, se mantenga informada y pueda participar en la evaluación y la gestión del ruido, por último está directriz busca que cada Estado miembro prepare planes de acción locales sobre el ruido, y las autoridades competentes elaboren y publiquen planes de acción sobre el mismo para reducirlo en caso necesario y se preserve la calidad acústica del ambiente cuando ésta sea satisfactoria. Con el mismo propósito se han generado proyectos Europeos como SMILE y SILENCE proyectos de investigación que buscan proporcionar metodologías y tecnologías relevantes para el control eficaz del ruido generado por el tráfico urbano rodado, así como estrategias innovadoras para los planes de acción contra el ruido del transporte urbano y herramientas prácticas para su aplicación.

De igual forma en Estados Unidos la Federal Transport Administration (FTA) cuenta con un manual de procedimientos para la evaluación de impactos ambientales de ruido y vibración para los proyectos de tránsito en el país desde 1995 , el cual ha sido actualizado en una segunda edición, este manual busca generar más precisión en los niveles de ruido, mayor calidad y uniformidad en las evaluaciones de impacto ambiental lo cual permite acercarse de una manera más precisa al problema generado por el ruido del tráfico y crear propuestas para la mitigación del mismo.

A su vez, el gobierno de Queensland, Australia con su departamento de transporte Main Roads el cual es el encargado de la evaluación y el manejo de ruido por tráfico lo considera parte fundamental de una entrega exitosa de los proyectos viales, cuenta con un código práctico para el manejo del mismo principalmente enfocado a reducir los impactos ambientales por ruido durante la construcción y mantenimiento de la vía, además de ser una metodología muy completa, articula a diferentes actores relevantes en la problemática estableciendo requerimientos y programas enfocados a disminuir la contaminación acústica por tráfico.

En Latinoamérica Chile es uno de los países que más ha avanzado en el tema de ruido y la Comisión Nacional del Ambiente- Conama cuenta con diferentes publicaciones, como es la norma para emisión de ruido para vehículos buses de locomoción colectiva urbana y rural, la guía para Evaluación de Impacto Ambiental por ruido ambiental, estudio de modelos para el levantamiento de información para

mapas de ruido ambiental entre otros. Sin embargo a pesar del conocimiento e investigación en el tema, las distintas zona urbanas, y en especial la comuna de Santiago siguen teniendo dificultad para determinar los niveles de ruido ambiental y con ello hacer cumplir la actual normativa que establece medidas de protección en su territorio (Krauss, 2003).

En el caso particular de Bogotá se han realizado algunos estudios de carácter distrital en el tema de ruido como fue el realizado en el 2005 por la Personería Delegada para el Medio Ambiente y Desarrollo Urbano de Bogotá la cual elaboró el estudio en “Control Institucional a la Contaminación Auditiva en Bogotá”, en donde se recopila información relacionada con el número de quejas instauradas ante las alcaldías locales referentes a contaminación por ruido, sin embargo este no incluyó mediciones técnicas de presión sonora. Adicionalmente en las localidades de Puente Aranda, Engativa y Fontibón se evaluó la contaminación acústica, evaluaciones muy completas en las que se determinó el impacto ambiental ocasionado por distintas fuentes de ruido, cómo afecta a la comunidad expuesta, y se propuso algunas medidas de mitigación del mismo específicas para el tema de tráfico rodado, adicionalmente se realizaron encuestas de percepción y se propuso un programa de vigilancia epidemiológica. De igual manera se han generado mapas de ruido ambiental en 10 de las localidades de la ciudad por parte de un convenio desarrollado entre la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá (SDA) y la Universidad INCCA de Colombia. Sin embargo al no existir unos lineamientos claros de las evaluaciones ambientales por ruido por tráfico estas han sido muy parciales y no se han acercado realmente a esta problemática en la ciudad.

A continuación se presenta la matriz de recopilación de fuentes donde se hace evidente el trabajo enfocado en temas cercanos y/o relacionados al desarrollado por la problemática de investigación especialmente en los países que han venido trabajando el tema de movilidad sostenible y en la planificación urbanística en el marco del tema ambiental.

TABLA 1 ANTECEDENTES

DOCUMENTO REVISADO Y ANALIZADO	DATOS DE AUTOR, EDITOR, AÑO.	CONCLUSIONES, APORTES, SUPUESTOS.
Documento soporte de la resolución 0627 del 2006 de ruido por el MAVDT.	IDEAM, Bogotá, Colombia, 2006.	Es necesario estandarizar las técnicas empleadas para la evaluación cualitativa y cuantitativa de ruido que lleven a obtener datos más cercanos a la realidad del problema.
9th International congress on Noise as public health	ICBEN, editorial Barbara Griefan, Massachussets Conecticut, 2008.	Diferentes investigaciones en países de Europa acerca de la percepción de la población y la respuesta comunitaria al ruido en especial al generado por el tráfico rodado.
Directrices para la Reducción del Ruido causado por el Tráfico Rodado. SILENCE es un Proyecto Integrado cofinanciado por la Comisión Europea dentro del Sexto Programa Marco, en el campo	Proyecto SILENCE. Comisión Europea, 2008.	Experiencias en diferentes ciudades de Europa en planes de acción local contra el ruido desde la planificación urbanística, planes de manejo de tráfico, planes de desarrollo urbano y las políticas públicas ambientales en la materia.
Metodología para la evaluación de ruido por tráfico vehicular en zonas urbanas: Aplicación a la comuna de Santiago.	Krauss Fernando, Santiago, 2003. Trabajo de titulación presentado en conformidad a los Requisitos para obtener el título de ingeniero civil Geógrafo.	Metodología de EIA para ruido por tráfico rodado en la comuna de Santiago. Utilizando diferentes métodos de predicción de los niveles de ruido y encontrando el que más se ajusta a las características de la ciudad.
Environmental Noise.	Bruel & Kjaer, Alemania, 2001.	Manual diseñado por Bruel & Kjaer acerca del ruido su propagación en el ambiente y cálculos de predicción y medidas de planificación contra el ruido.
Política futura de lucha contra el ruido.	Comisión Europea, 1996.	Pasa revista a la situación global del ruido y a las medidas comunitarias y nacionales adoptadas hasta ahora por la Comunidad Europea y establece un marco de actuación que permitirá mejorar la información y su comparabilidad y examinar las opciones futuras para la reducción del ruido.

DOCUMENTO REVISADO Y ANALIZADO	DATOS DE AUTOR, EDITOR, AÑO.	CONCLUSIONES, APORTES, SUPUESTOS.
Traffic Noise Abatement Guidance	State of Alaska Department of Transportation and Public Facilities, Colegio Oficial de fisicos, Illinois, Estados Unidos, 2007.	Nivel de análisis de emisión de ruido por tráfico rodado para las evaluaciones de impacto ambiental, Determinación de horas de mediciones ,Medidas de mitigación de ruido por tráfico , definición impactos de ruido por tráfico, criterios usados para la toma de decisiones de medidas de abatimiento contra el ruido.
Guías para el ruido urbano.	Organización Mundial de la salud .reunión del grupo de trabajo de expertos llevada a cabo en Londres, Reino Unido, en abril de 1999.	El análisis del impacto del ruido ambiental es fundamental para el manejo del ruido.El análisis se debe realizar antes de implementar cualquier proyecto que pudiera aumentar significativamente el nivel de ruido ambiental en una comunidad.
Análisis del aporte al ruido ambiental emitido por los vehículos particulares en bogotá.	Leidy Natalia López Redondo, Universidad San Buenaventura , Buenos Aires, Noviembre del 2008.	A través de este estudio de caso se determina una variabilidad mínima de ruido de lunes a viernes. Se determina que el transporte público es el mayor generador de ruido por tráfico, de ahí que el día de no carro se disminuye muy poco la contaminación auditiva en la Bogotá.
Caracterización de los niveles de contaminación por ruido en Bogotá	Jose Pacheco, Proyecto de grado presentado como requisito para el título de Ingeniero Ambiental, Universidad de los Andes, Bogotá, 2009.	Mediciones de ruido realizadas en diferentes corredores viales y día sin carro en diferentes microambientes de la ciudad. Sugiere prestar especial atención a los patrones de conducción y sugiere un estudio más profundo sobre la influencia de esta variable en la contaminación auditiva.

4 SITUACION ACTUAL

La contaminación sonora ambiental generada en Bogotá, determina que esté catalogada dentro de las capitales más contaminadas por ruido en el ámbito latinoamericano, las quejas y reclamos de la comunidad son cada vez más frecuentes, exigiendo así de la Autoridad Ambiental acciones y esfuerzos de control al igual que el diseño de sistemas metódicos que cuantifiquen y determinen el impacto que se está generando hacia la población, con el propósito de establecer las medidas de regulación e intervención requeridas para mitigar y controlar sus efectos sobre la comunidad expuesta.

Las principales fuentes de contaminación auditiva en Bogotá y otros centros urbanos del país están representadas especialmente por los vehículos que transitan por las calles, entre los que se destacan los buses y busetas del servicio público colectivo así como las motocicletas. De hecho, las más altas intensidades de ruido se registran en las intersecciones viales de tráfico automotor, circunstancia que señala al parque automotor como la principal fuente de contaminación por ruido (Secretaria Distrital de Ambiente, 2009).

A continuación se muestran algunos estudios previos de ruido por tráfico rodado, realizados a nivel distrital los cuales se han hecho con diferentes metodologías y dirigidos por diferentes entidades entre ellas Secretaria Distrital Ambiental, Secretaria Distrital de Transito y Universidades como la Nacional y los Andes.

Universidad Nacional, 1990

En el estudio “Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá del año 2006” el cual fue elaborado por la Universidad Nacional se midió los niveles de ruido en un total de 45 puntos de la ciudad, 9 de los cuales corresponden a zonas industriales, 12 a zonas comerciales y 24 a zonas residenciales (Ubaque y Romero, 1990).

Los resultados obtenidos en estas mediciones mostraban una gran variabilidad de los niveles de ruido registrados para todas las zonas, pues fluctuaban entre 55 y 83 dB(A) para horas diurnas, además se encontró que en general los niveles superiores a 90 dB(A) eran producidos por pitos, vehículos sin silenciador y alarmas.

Los valores más altos de ruido correspondieron por lo general a las intersecciones viales, entre las cuales se destacaron las siguientes:

Avenida Caracas con Calle 53 (79 dB(A)), Avenida Caracas con Calle 72 (78 dB(A)), Carrera 15 con Calle 100 (78 dB(A)), Carrera 10 con Calle 13 (78dB(A)), Carrera 30 con Calle 45 (78 dB(A)), Avenida Boyacá con Calle 26 (80 dB(A)), Avenida Boyacá con Calle 80 (81dB(A)), Autopista Sur con Avenida Boyacá (80 dB(A)), esto llevó a la conclusión que los sectores más contaminados por ruido correspondían a las vías más congestionadas de la ciudad por el volumen del tráfico.

Secretaria Distrital de Ambiente-Universidad INCCA, 2001

En el proyecto "Evaluación de la Contaminación por Ruido Ambiental" que se realizó en la localidad Novena, Fontibón de la ciudad de Bogotá D.C., para la medición de ruido por fuentes móviles, se seleccionaron 19 trayectos viales, los de mayor flujo vehicular, ubicando 143 puntos de medición de la evaluación de los 19 trayectos y se encontró que el rango de la lectura equivalente continua, LEQ, para el día está entre 66,6 y 81,9 dB (A) y entre 67,2 y 80,8 dB (A), para la noche. El LEQ medido durante las 9 horas (LEQAT/9h) reportó valores comprendidos entre 64,9 y 81,5 dB(A); así mismo, el índice de contaminación por tráfico, TNI, durante el día osciló entre 72 y 89,3 dB(A). Lo anterior significa un alto impacto sonoro generado por las fuentes móviles hacia sus zonas receptoras, cuyos niveles de ruido sobrepasan los valores aceptados por la norma respectiva, situación que se encontró en 17 de 19 trayectos evaluados (Secretaria Distrital de Ambiente, 2009 y Universidad INCCA, 2001).

Secretaria Distrital de Ambiente, 2003

En el estudio llevado a cabo por el antiguo DAMA, actualmente SDA, en el año 2003, se presentó las características biofísicas de cada localidad de Bogotá y su principal problemática ambiental, se identificó para la gran mayoría de las localidades que los altos niveles de ruido estaban asociados al flujo y congestión vehicular como fuente principal de contaminación sonora.

De igual manera, en el 2004 en el estudio de Diagnóstico físico y socioeconómico de las localidades de Bogotá, D.C., se encontró en las diferentes localidades niveles altos de ruido asociados al tráfico vehicular en puntos como la Avenida 68, Avenida 30, Avenida de las Américas y la Avenida del Sur (Alcaldía de Bogotá, 2004). Los sectores aledaños a la calle 27 sur, la carrera 10a, y la calle 22 sur (Alcaldía de Bogotá, 2004). La carrera 100, Avenida Centenario, Avenida

Eldorado, calle 13, Avenida Boyacá, Avenida Ferrocarril y la Terminal de Transporte (Alcaldía de Bogotá, 2004), La Avenida Caracas, la Avenida Tunjuelito, la carrera 51 (Venecia), la carrera 25 (Tunal), la Avenida Boyacá entre otros.

Como principales fuentes de ruido Sobre los ejes viales y sus intersecciones, se identificó los sonidos de motores, los pitos, la edad del parque automotor, el estado mecánico y el nivel de sincronización de los vehículos, así como la desorganización del tráfico y los trancones que contribuyen a la generación de niveles de ruido cercanos a los 70 dB(A), en las áreas donde confluye la acción de las fuentes fijas y móviles los niveles de ruido llegaron a superar los (75 dB(A)) (IDEAM, 2006).

La malla vial conformada fundamentalmente por corredores de alto flujo vehicular como son la Avenida 68, Avenida 30, Avenida de las Américas y la Avenida del Sur, son las vías sobre las que se observan los mayores niveles de ruido (IDEAM, 2006).

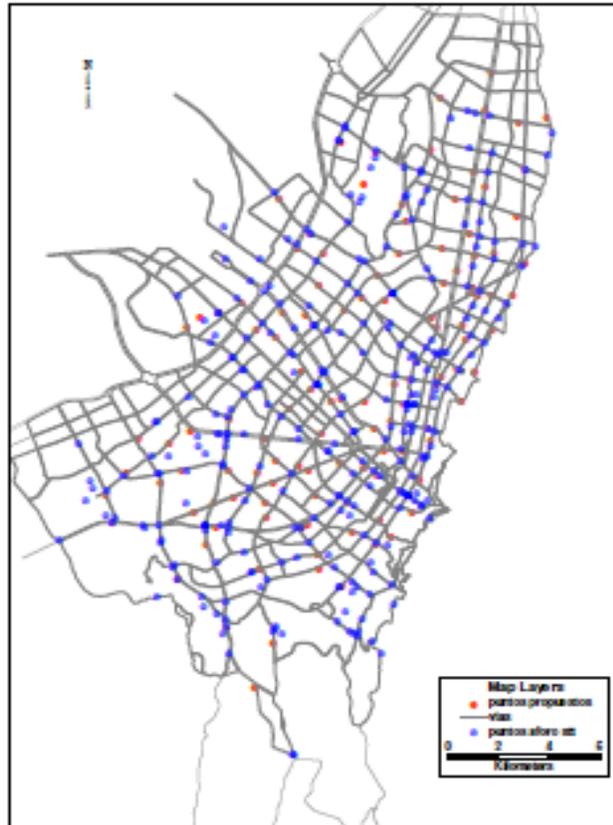
El ruido generado por el parque automotor supera ampliamente los niveles permisibles, con niveles sonoros que fluctúan entre 76 a 84 dB(A) en las intersecciones viales, punto de mayor concentración acústica de esta fuente." El tráfico automotor actúa como fuente móvil cuyos altos volúmenes mantienen un promedio sonoro muy alto e incluso muy preocupante al nivel de máximos o picos, en algunos sitios exceden los 100 dB(A), lo cual representa una problemática muy importante desde la perspectiva de salud pública" (IDEAM, 2006).

Secretaria Distrital de Movilidad, 2006

El Fondo de Educación y Seguridad Vial FONDATT en el 2006 realizó un estudio para cuantificar los niveles de ruido que se generan por la operación del tránsito vehicular en la ciudad de Bogotá, con la finalidad de establecer la importancia de este impacto al ambiente.

Se recolectó información de presión sonora masiva, durante 19 horas/día, en 80 puntos, los cuales fueron seleccionados teniendo en cuenta la configuración de la malla vial sobre el plano de la ciudad de Bogotá, el impacto sobre los receptores sensiblemente expuestos, el comportamiento de peatones y usuarios del transporte público, los usos del suelo y la categoría y condición de las vías.

Como se muestra a continuación en la figura, los puntos de medición son los azules y se extienden por toda la malla vial de la ciudad de Bogotá.



Fuente: Secretaria Distrital de Movilidad, 2006.

Los resultados de estas mediciones se resumen en la siguiente tabla donde se incluyen algunas de las variables descriptivas más importantes en este estudio:

Variables	Mínimo	Máximo	Media	Std. Desviation
Máximo	69,8	85,4	77,665	2,1343
Mínimo	51,6	79,3	70,608	3,2367
Leq 19 horas	67,1	80,4	75,401	2,0555
Leq día 7-21	67,9	81,8	76,245	2,0664
leq noche	64	81	74,33	2,534

Fuente: Secretaria Distrital de Movilidad, 2006.

La tabla anterior indica que el Leq (19 horas) estuvo entre 75,4 dB(A), que en la noche el nivel equivalente descendió 1 dB, mientras que en el día es 1 dB más alto que el Leq de las 19 horas muestreo. Igualmente en este estudio se realizó un

análisis del ruido en las diferentes categorías de vías de la ciudad las cuales se clasificaron según su sección mínima en metros:

Para la Malla Arterial Principal y la Malla Arterial Complementaria las vías están clasificadas como: V-0, V-1, V-2 y V-3 las cuales tienen de sección mínima 100, 60, 40 y 30 metros respectivamente.

Para la malla vial Intermedia: V-4, V-5 y V-6 tienen de sección mínima 22, 18 y 16 metros respectivamente.

Para la malla vial local: V-7, V-8 y V-9 tienen de sección mínima 13, 10 y 8 metros respectivamente.

Después del análisis realizado se llegó a las siguientes conclusiones:

- El vehículo dominante en todos los tipos de vía fue el automóvil, por lo cual se indica que si se realiza un buen control sobre esta clase de vehículos se logra un buen avance en la solución del problema.
- Las vías V-4 son las que presentan un valor medio mayor.
- Las vías V-5 son las que tienen mayor variabilidad
- Contrario a lo esperado, los niveles medios en las vías V-0 y V-1 no difieren significativamente de los valores de V-6 y V-7
- Igualmente no se aprecia un efecto considerable sobre el nivel de ruido asociado a la presencia o no de los buses articulados de Transmilenio.

- No se observó una clara correlación entre el número de vehículos y el Leq.

Por otra parte en este estudio se usó el modelo predictivo versión 2.5, desarrollado por la Federal Highway Administration de los Estados Unidos (FHWA), para realizar una comparación entre los Leq medidos y los Leq calculados de lo cual se pudo concluir que la bondad de ajuste del modelo TNM no resultó ser tan efectiva en nuestro medio.

El modelo TNM subestimó el nivel de ruido hallado en las diferentes vías de la ciudad donde se realizaron mediciones de niveles de presión sonora, esta subestimación se relacionó con tres factores principalmente:

- a. La superficie de rodadura de la ciudad de Bogotá no es igual a las superficies de rodadura bases del modelo.
- b. Los tipos de vehículos y las condiciones de estos en la ciudad de Bogotá no son las mismas a las presentadas para la construcción del modelo.

- c. Otras fuentes importantes cercanas a las vías asociadas a los diferentes usos del suelo que no tienen relación directa con el tránsito vehicular.

Universidad de los Andes, 2009

A continuación se resume los resultados obtenidos en la investigación realizada en la Universidad de los Andes en el 2009 denominada “Caracterización de los niveles de contaminación por ruido en Bogotá” en el cual se realizó mediciones de ruido en tres vías importantes como son la Séptima, la Carrera 30 y la Avenida Circunvalar, en las cuales en las horas pico y horas valle se encontraron los siguientes niveles de ruido:

Corredor Vial	Hora	Laeq	Lmax	Lmin
Carrera Séptima	Pico	77	97	61,4
Carrera Séptima	Valle	75,9	97,1	60,3
Carrera 30	Pico	77,9	96,7	66,5
Carrera 31	Valle	77,7	97,7	65,2
Avenida Circunvalar	Pico	76,3	102,6	52,3
Avenida Circunvalar	Valle	75,3	92,4	52,8

Fuente:Pacheco,2009.

Igualmente se calcularon los valores del (Traffic Noise Index - TNI) el cual se utiliza para cuantificar el fastidio generado por el tráfico vehicular medido en decibeles en la escala A, en los tres corredores viales. El mayor grado de fastidio se presenta en la Avenida Circunvalar, donde el número de vehículos que circulan por ésta es menor en todas las categorías que los otros dos corredores viales, pero el impacto del tráfico tiene un efecto mayor en la población. A continuación se presentan los valores de TNI calculados en estas tres Avenidas.

Corredor Vial	Hora	TNI
Carrera Séptima	Pico	90,1
Carrera Séptima	Valle	85,7
Carrera 30	Pico	71,9
Carrera 31	Valle	80,1
Avenida Circunvalar	Pico	94,2
Avenida Circunvalar	Valle	104,3

Fuente:Pacheco,2009.

De igual manera se realizaron mediciones en la jornada de ciclovía y también en el horario en el cual se restablece el tráfico vehicular después de las dos de la tarde, donde se obtuvieron los siguientes niveles de ruido.

Intervalo de tiempo	Leq	Lmax	Lmin
8:00-8:25	51,4	62,4	44,4
9:00-9:25	52,9	64,7	45,7
10:00-10:25	57,2	70,2	49,4
11:00-11:25	55,8	65,6	50,6
12:00-12:25	62,5	77,5	62,4
13:00-13:25	55,5	64,8	49,5
14:00-14:25	71,8	87,5	50,8
15:00-15:25	70,9	82,2	51,8

Fuente:Pacheco,2009.

Como se observa en la tabla anterior, cuando se restablece el tráfico vehicular en estas vías hay un aumento importante de los niveles de ruido pasando de 55,5 dB a 71,8 dB, lo cual evidencia que el tráfico es una fuente importante de ruido, al observarse en el mismo punto y en las mismas condiciones de medición los niveles de ruido con tráfico y en ausencia del mismo (Pacheco, 2009).

De este trabajo se sugiere un estudio más profundo sobre la influencia de los patrones de conducción sobre la contaminación auditiva, así como otras variables que alteran el tráfico tales como velocidad promedio, tipo de superficie, e incluso material de las llantas, debido que al analizar las variables de ruido volumen del tráfico y composición del mismo se hizo difícil relacionarlas con los niveles de ruido registrados, por consiguiente se planteó la hipótesis de que una variable como los patrones de conducción esté generando un efecto importante en los niveles de ruido por tráfico de Bogotá (Pacheco, 2009).

Secretaria Distrital de Ambiente, 2009

En el informe consolidado del día sin carro del 2009 se presenta un análisis comparativo del nivel equivalente de ruido registrado durante el día y obtenido a lo largo de los 11 ejes viales de la jornada, con respecto a un día típico, en el período comprendido entre las 5:30 a.m. y 6:00 p.m., obteniéndose los siguientes resultados:

Eje vial	Leq DB(A) Día normal	Leq DB(A) Día sin carro
Av Circunvalar	74,9	73,6
Carrera 7	75,4	76,5
Auto Norte-Caracas	74,3	75
Av. Ciudad de Wuito	77,1	77,4
Av Carrera 68	76,3	77,4
Av Boyaca	76,9	74,3
Av Ciudad de cali	78,5	76,2
Av 1 de Mayo	76,7	76,4
Av Esperanza	73	72,7
Av calle 13	76,6	75
Av calle 53	72,4	73

Fuente:Secretaría Distrital de Ambiente,2009.

En esta jornada de día sin carro y en un día de tráfico regular, se observó una disminución de aproximadamente 55% en la flota vehicular, sin embargo el Laeq en las vías como la Carrera 7, Carrera 30, Av. Carrera 68, Calle 53, Avenida Esperanza, Autopista Norte y Av. 1 de Mayo tuvo un comportamiento similar de disminución menor a un (1) dB, lo que llevó a concluir que el aporte de ruido emitido por los vehículos particulares en estas vías no es influyente en el ambiente sonoro.

Las vías que registraron disminución en el nivel sonoro entre 1 y 3dB(A) fueron la Avenida Jiménez, la Avenida Circunvalar, la Avenida Boyacá y la Avenida Ciudad de Cali, lo que indica que el tránsito vehicular particular tiene un aporte equivalente al ruido de fondo generado por el transporte público y de carga.

Esto también indica que la velocidad promedio y el incremento de motocicletas tienen una fuerte incidencia en los niveles de ruido promedio y que la disminución en el número de vehículos no está necesariamente acompañada por una disminución equivalente en el nivel de presión sonora.

Secretaria Distrital de Ambiente-actualmente

En el marco de la resolución 0627 del 2006, la norma de ruido nacional, se estableció en el artículo 22 que las corporaciones autónomas, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales, deben elaborar, revisar y actualizar mapas de ruido ambiental para aquellas áreas que sean consideradas como prioritarias.

De ahí que la Secretaria Distrital de Ambiente en convenio con la Universidad INCCA de Colombia y las alcaldías locales, se encuentra elaborando los mapas de ruido por localidades, hasta el momento se han realizado los de 10 localidades: Barrios Unidos, Engativa, Kennedy, Puente Aranda, Antonio Nariño, Candelaria, Chapinero, Fontibón, Mártires y Santafé.

Para la construcción de estos mapas de ruido ambiental se han realizado mediciones en fuentes fijas y móviles, de los cuales se ha identificado los corredores viales como críticos debido al ruido generado por las fuentes móviles. Igualmente se han realizado mapas de conflicto en las zonas donde se sobrepasa la norma de uso del suelo, donde los conflictos se presentan por alto flujo de tráfico en zonas comerciales y residenciales y de alta densidad poblacional.

A continuación se presenta un resumen de algunas localidades consideradas como críticas en el tema de contaminación acústica:

- **Localidad Fontibón**

A partir del mapa de conflicto obtenido donde se sobrepasa en forma excesiva la norma de uso del suelo, se encontró que el corredor vial en donde se registran las emisiones más altas corresponde a la Avenida calle 13 o del Centenario; en las zonas receptoras se evidencia un alto aporte sonoro de la vía, fundamentalmente en aquellas intersecciones en donde convergen múltiples vías.

Sobre la Avenida Boyacá o Carrera 72, igualmente se observa un importante aporte hacia la comunidad; existen franjas de alta restricción tales como los conjuntos residenciales de la Esperanza Sur, Capellanía, Ciudadela los Hoyuelos y Modelía. La contaminación sonora reportada muestra un rango de lectura equivalente continua entre 77 a 80 dB(A) en el día y en la noche de 77 a 81 dB(A), lo cual determina un alto impacto sonoro generado por el tráfico rodado.

- **Localidad de Kennedy**

En esta localidad se seleccionaron 150 puntos para fuentes para ruido ambiental producido por fuentes móviles, en el período diurno se registraron niveles de presión sonora entre 51 y 81 dB(A) y entre 47 y 78 dB(A) para el horario nocturno.

- **Localidad de Puente Aranda**

Para esta localidad se inventariaron un total de 150 entre fuentes fijas y móviles, realizándose el reconocimiento de la malla principal vial, con el fin de seleccionar los trayectos viales objeto de monitoreo de mayor importancia.

Los resultados obtenidos para el ruido ambiental producido por fuentes móviles, en el período diurno se registraron niveles de presión sonora entre 51 y 81 dB(A) y entre 47 y 78 dB(A) para el horario nocturno.

- **Localidad de Engativá**

En esta localidad se realizaron mediciones de ruido ambiental generado por fuentes móviles y fijas en 120 puntos durante una hora, en horario diurno y nocturno, la emisión de las fuentes móviles sobre la malla vial que conforma la localidad está entre 75 a 80 dB(A). Igualmente se realizó un mapa de conflicto en las zonas donde se sobrepasa la norma de uso del suelo, de ahí se identificaron como críticos los corredores viales, debido a las fuentes móviles, donde los conflictos se presentan por alto flujo de tráfico en zonas comerciales y residenciales y de alta densidad poblacional.

- **Localidad de Chapinero**

En esta localidad se realizaron mediciones de ruido ambiental generado por fuentes móviles y fijas en 120 puntos durante una hora, en horario diurno y nocturno, se presenta contaminación auditiva debida a exceso de ruido en sitios residenciales, presentándose especialmente en los principales ejes viales, ocasionado por la congestión vehicular. En el mapa de conflicto por uso del suelo se identifica como críticos corredores viales como la Avenida Chile, Avenida Circunvalar, Carrera 11, Calle 85 y Carrera Séptima.

De los anteriores estudios de ruido ambiental generados por diferentes entidades se puede concluir que:

- El aporte de ruido por tráfico constituye el mayor aporte al ruido ambiental de la ciudad.
- Los niveles de ruido a los que están expuestos la población bogotana cercana a las vías está por encima de los 70 dB, en todo tipo de vías (malla vial arterial, intermedia o local), durante el día y la noche.

- No se ha encontrado una relación directa entre el número de vehículos y el Leq medido, lo que indica que hay otros factores de mayor importancia que está generando los niveles de ruido en las vías.
- Aunque no se haya encontrado una relación directa entre número de vehículos y el Leq, los vehículos están generando problemas de congestión lo que genera irritabilidad en la población y patrones de conducción más agresivos.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO DE DESARROLLO:

Contribuir a la descontaminación acústica en Bogotá desde la gestión ambiental.

5.2 OBJETIVO GENERAL.

Proponer unos lineamientos de evaluación de impacto ambiental para la gestión del ruido por movilidad urbana en Bogotá.

5.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar la situación actual del ruido por tráfico en Bogotá para identificar los factores objetivos y subjetivos que contribuyen a la problemática.
- Sistematizar información de metodologías de evaluación y gestión del ruido, para establecer el estado del arte de las metodologías utilizadas a nivel mundial.
- Determinar los puntos de convergencia y divergencia de las metodologías para establecer los criterios de evaluación de la metodología que se diseñará.
- Evaluar los criterios seleccionados para determinar su aplicabilidad en el contexto bogotano.
- Desarrollar unos lineamientos para la evaluación del impacto ambiental del ruido por movilidad urbana.

6 MARCO TEÓRICO

6.1 MARCO LEGAL

En 1974 cuando aparece el Decreto de ley 2811 como estatuto básico para la protección, conservación y manejo de los Recursos Naturales Renovables, que empieza el esfuerzo normativo para controlar la contaminación generada por ruido en Colombia, al mencionarlo como contaminante, de ahí que este Decreto en sus Artículos 3, 8, 33 y 75 estableció al ruido como un aspecto a reglamentar, y de igual forma las condiciones y requisitos necesarios para preservar y mantener la salud y tranquilidad de los habitantes, mediante el control del mismo, generado por diferentes actividades tales como industriales, comerciales, domésticas, deportivas, de ocio, de transporte, u otras actividades similares (IDEAM, 2006).

Posteriormente en 1979 fue expedida la ley 009, en la cual se promulgan las medidas sanitarias para la protección del medio ambiente en que se relaciona con la salud humana, en la cual se da la facultad al Ministerio de Salud Pública de “impedir el tránsito de fuentes móviles que generen ruidos, en forma directa o por la remoción de alguna parte mecánica”, igualmente de reglamentar los niveles de ruido, vibración y cambios de presión a que puedan estar expuestos los trabajadores, y la intensidad de sonidos o ruidos en las edificaciones.

En consecuencia en 1983 el Ministerio de Salud emite la Resolución 8321 del 4 de Agosto de 1983, con el fin de reglamentar lo establecido en el Decreto Ley 2811 y la Ley 09 de 1979, en esta resolución se dictan normas sobre Protección y Conservación de la Audición, de la Salud y el Bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos. Esta resolución en los capítulos uno a cuatro trata sobre el ruido ambiental, sus métodos de medición, y valores límite, por otro lado el capítulo V trata sobre el ruido ocupacional, el cual ha sido ampliamente desarrollado por diversos sectores interesados e incluso ha sufrido cambios y reformas legales, en contraste con el tema de ruido ambiental que prácticamente permaneció sin modificaciones hasta el 2006.

Con la Constitución de 1991, el tema ambiental alcanza su máxima jerarquía jurídica, en ésta se consagraron aproximadamente 50 disposiciones que se relacionan directa o indirectamente con el tema ambiental, en el capítulo 3, de los derechos colectivos y del ambiente, se establece en los artículos 79 y 80 que “todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano y que la ley debe garantizar la participación de la comunidad en las decisiones que puedan

afectarlo” y “además, debe prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer sanciones legales y exigir reparación de los daños causados”.

El Ministerio de Medio Ambiente en 1995 estableció una norma marco para el componente aire, a través del Decreto 948 Reglamentó la Protección y Control de la Calidad del Aire, sus capítulos II y V los cuales contemplan aspectos de la contaminación acústica; en efecto en el Artículo 14 establece que el Ministerio del Medio Ambiente fijará mediante resolución los estándares máximos permisibles de emisión de ruido y de ruido ambiental, para todo el territorio nacional, los cuales determinarán niveles admisibles de presión sonora, para cada sector clasificado el Decreto, además de establecer horarios permitidos y teniendo en cuenta los requerimientos de salud de la población expuesta.

Con el fin de reglamentar lo anterior se expide la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la que se establece la norma para emisión de ruido y ruido ambiental a nivel nacional. En esta norma las ciudades son divididas en sectores (A, B, C y D) de acuerdo al uso del suelo, se establecen límites de ruido por sectores y algunos criterios para mediciones, con base en esta normatividad se realizan todos los estudios de impacto ambiental de ruido en Colombia. No obstante esta norma no contiene un capítulo específico para la medición de ruido ambiental por tráfico vehicular. Es importante resaltar que previo a la reglamentación anteriormente mencionada, el IDEAM realizó los documentos de soporte de las mismas, lo cual le dio el suficiente soporte técnico, económico y jurídico para expedir esta resolución.

Por otra parte el documento Conpes 3305 “**Lineamientos de Política para Optimizar la Política de Desarrollo Urbano**” propone algunas estrategias para que las inversiones del Gobierno Nacional contribuyan a desarrollar un modelo de ciudad, dentro de las cuales se encuentra: mejorar la movilidad de las ciudades y prevenir y mitigar los riesgos ambientales urbanos.

De igual manera, el **Plan Nacional de Desarrollo 2006 – 2010** , en el cual se presenta la estrategia de "Ciudades Amables", donde se incluyen los lineamientos para el transporte urbano y la movilidad de las ciudades, estos lineamientos están dirigidos a "estructurar ciudades competitivas, eficientes y equitativas, que permitan a los ciudadanos tener oportunidades seguras de movilidad, bajo principios de economía y deberán corresponder con las necesidades de ordenamiento y planificación del territorio , además de armonizar el desarrollo urbano con su entorno natural, haciendo una ocupación racional del territorio, con respeto y valoración del ambiente (IDEAM, 2007).

Por último se considera importante resaltar en el presente trabajo el principio ambiental de la prevención, usando la evaluación de impacto ambiental como una herramienta técnica de la gestión ambiental que se basa en este principio de ahí que, las evaluaciones de impacto del ruido, su manejo y control deben ser incorporados en los procesos de toma de decisiones de planeación y utilización del suelo. En el tema de manejo de ruido la prevención es siempre mejor que la remediación la cual puede llegar a ser no posible en algunos casos y en la mayoría costosa y difícil, por lo cual adquiere importancia anticipar, evitar o manejar el ruido potencial desde lo más temprano posible en el proceso de planeación (OMS,1999).

6.2 MARCO GEOGRÁFICO

“La región metropolitana de Bogotá contiene la mayor aglomeración de población urbana en Colombia, cercana a 8.000.000 de habitantes en el 2005 y, con una proyección de población cercana a 10.000.000 habitantes en el año 2020, con su dinamismo demográfico, económico y funcional conforma su primacía urbana en el contexto nacional”(Universidad de los Andes, 2009). En efecto, desde hace dos siglos, ha tenido la mayor concentración urbana del país no solamente por su peso dinámica poblacional, sino también como centro político, económico, cultural y de servicios de mayor jerarquía en el territorio nacional. .

Bogotá es por encima del resto de ciudades de Colombia, la más productiva del país, su desarrollo se incrementa cada vez más, la ciudad cuenta con importantes centros financieros e industriales y con un alto nivel de inversión extranjera directa, de hecho el 60% del capital extranjero recibido por el país en los últimos años (sin incluir petróleo) se ha concentrado en Bogotá y su región (CCB, 2009). Al terminar el 2008, se encontraban en la región Bogotá - Cundinamarca 286 mil empresas (31% de las registradas en el país) (CCB, 2008), de todos los sectores, principalmente en las industrias manufactureras, servicios financieros, servicios públicos, transporte y telecomunicaciones. (Alcaldía de Bogotá, 2005).De igual manera la Región se reconoce por mejoras en su desarrollo urbano y en la calidad de vida, de tal manera que avanzó en el escalafón de las mejores ciudades para hacer negocios en América Latina en el 2009 subió dos puestos (del 8 al 6) lo cual acerca a la ciudad a ingresar en el grupo de las cinco más competitivas y con mejor calidad de vida (CCB, 2008).



Fuente:Propia

Al igual que está ocurriendo en las ciudades que logran progresos en su competitividad, en Bogotá no sólo crece la población sino también las necesidades de movilidad, de acuerdo a la tendencia de crecimiento se estima que hacia el año 2020, haya más de 10 millones de habitantes, lo cual obliga a planificar y ejecutar alternativas eficaces orientadas a las necesidades de movilidad de la población (CCB-sf).

Bogotá es, quizás, una de las ciudades más densas de América Latina, está entre las diez o quince ciudades más densas del mundo entero, superando en densidad a muchas ciudades de Asia (Behrentz, 2009). A pesar de los esfuerzos en consolidar nuevas centralidades, es esencialmente monocéntrica, con un centro en permanente expansión, fuertemente arraigado, de hecho la configuración de los ejes radiales muestra claramente ese patrón. No obstante, parece inevitable que Bogotá siga expandiéndose y perdiendo parte de esa densidad actual lo cual se vuelve de manera gradual incompatible con el transporte público, a menos que se lograra generar procesos de renovación urbana y densificación, a partir de adecuados estímulos.

En consecuencia en torno a la movilidad existen grandes desafíos para las próximas décadas, que exigirán una intervención importante de las autoridades a cargo del desarrollo urbano y del sistema de transporte, de igual manera la integración de las políticas de movilidad con las de usos del suelo es urgente, para lograr contener la expansión de la ciudad, el crecimiento de los tiempos de viaje, el mayor uso del vehículo y sus consecuencias en mayor congestión y contaminación (Bocarejo, 2009).

“La creación de un sistema de movilidad sostenible requiere la superación de múltiples obstáculos y sólo se puede lograr con unos sistemas adecuados de adopción de políticas y de decisiones que incorporen una auténtica participación pública” (Szyliowicz, 2005), de ahí que la ciudad busca avanzar hacia este modelo que pretende entre otras cosas reducir los niveles de ruido dañinos, especialmente del tránsito rodado, mejorando así la salud y calidad de vida en la ciudad.

6.3.2 Definiciones físicas de ruido

“Un fenómeno sonoro formado por vibraciones irregulares en frecuencia (período, ciclo, hertz) y amplitud por segundo, con distintos timbres, dependiendo del material que los origina” (Mínguez, 2002).

El sonido analizado físicamente es una vibración que se propaga por un medio. La energía transportada por la vibración y que ejerce una presión sobre la membrana del tímpano es la intensidad. Esta característica es la que más se ha usado como sinónimo de *ruido* en los estudios sobre contaminación acústica realizados por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico OCDE y la Organización Mundial de la Salud- OMS.

Para la física ruido se define como:

“Una sensación producida en el oído por determinadas oscilaciones de la presión exterior, la sucesión de compresiones y enrarecimientos que provoca la onda acústica al desplazarse por el medio hace que la presión existente fluctúe en torno a su valor de equilibrio; estas variaciones de presión actúan sobre la membrana del oído y provocan en el tímpano vibraciones forzadas de idéntica frecuencia, originando la sensación de sonido” (Laforga, 2000).

Este mismo autor señala que en el ruido aparecen dos conceptos distintos aunque están muy relacionados, por un lado la onda sonora capaz de producir la sensación de sonido y por otra parte sonoridad o sensación subjetiva producida por ciertas variaciones de presión en el oído (Laforga, 2000).

“Físicamente, no existe ninguna distinción entre sonido y ruido. El sonido es una percepción sensorial y el complejo patrón de ondas sonoras se denomina ruido, música, habla, etc. Generalmente, el ruido se define como un sonido no deseado”. (OMS,1999). Sin embargo, el ruido no sería denominado así si no generara rechazo o un efecto no deseado en quien lo percibe y eso se puede ver desde su definición en el ámbito jurídico.

“Desde el punto de vista jurídico, el ruido es una agresión física con efectos nocivos para la salud y una intromisión en el ámbito privado de la persona a la que impide gozar en libertad de su domicilio” (Día internacional del ruido, 2000). La Declaración Universal de los Derechos Humanos tiene pautas que son aplicables a esta situación.

La contaminación por ruido afecta directamente el derecho colectivo a un medio ambiente sano, los problemas derivados del ruido inciden sobre la calidad de la vida, por lo que modernamente se considera que el ruido es uno de los factores de deterioro ambiental (Colombia- Corte Constitucional, 1994).

Según su procedencia, sus características e incluso, según las circunstancias en el momento en que los percibimos, los sonidos pueden resultarnos suaves y agradables murmullos o estrepitosos y agresivos ruidos. La diferencia fundamental entre "sonido" y "**ruido**" está determinada por un **factor subjetivo**: ruido es todo **sonido no deseado** (ruido.org, sf).

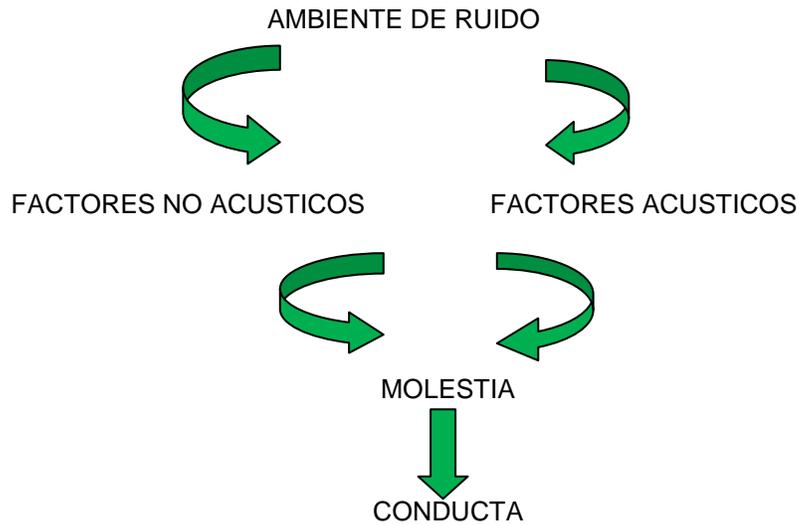
Factor subjetivo del ruido

A pesar de la incuestionable naturaleza interdisciplinar de la relación seres humanos medio –sonoro como objeto de estudio, la mayoría de investigaciones se enfocan principalmente en las características físicas del problema, olvidando la complejidad de esa interacción. No obstante algunos autores han señalado la importancia del análisis del ambiente en el cual el ruido es percibido debido a que la respuesta ante un determinado estímulo surge no solo de sus rasgos físicos si no del significado que le atribuyen los sujetos, es decir los sujetos construyen y perciben el mundo a través de sus supuestos, valores y expresiones vitales (López, 2001).

Los estudios realizados desde el enfoque de la **psicofísica** tienen una orientación dominante en relación al estudio del medio ambiente sonoro, de esa manera es el enfoque más utilizado en la gestión ambiental. “Desde esta perspectiva el ruido se define como un sonido no deseado, o de manera más compleja, como toda energía acústica susceptible de alterar el bienestar fisiológico o psicológico” (López et al , 2000).

“De igual forma, la ausencia total de ruido no puede ser considerada como caracterizadora de una situación sonora perfecta; tan negativamente valorado puede ser un ambiente saturado de ruido como un ambiente carente de estimulación sonora (López, 2001). “Por lo cual, los factores que definen si un determinado sonido es ruido (sonido valorado como molesto) son tanto físicos, como de orden psicológico (López citando a Blauert, 2000) tal como indica la figura a continuación:

GRÁFICA 4 FACTORES QUE DETERMINAN SI UN SONIDO ES RUIDO



Fuente: López, 2000.

Desde el enfoque Psicofísico, el objetivo principal de investigación es determinar relaciones cuantitativas entre las características físicas del ruido y las respuestas de la población (correlación ruido-reacción), para conocer la dimensión exacta del problema. De igual forma en este enfoque investigativo se pretende desarrollar estrategias de control de ruido a diferentes niveles, legislativo, técnico y actuaciones concretas en el urbanismo y en la planificación territorial (López, et al, 2000).

Para que podamos incluir el ruido como un problema social debemos verlo como algo más que un efluente indeseado de la producción industrial. Debemos entenderlo como un efluente de la propia vida social, pues como veremos en todas sus manifestaciones la vida social produce ruido.

El reconocimiento de la **subjetividad** supone el desarrollo de **una metodología** que reconozca el alcance de la **valoración humana**. Para conocer las características de **un sonido**, para saber si es **molesto**, la única manera es **preguntar**.

De todos los conceptos anteriores podemos identificar que lo esencial del ruido es que es un **sonido molesto** que puede producir efectos negativos físicos, psicológicos, económicos y sociales no deseado en las poblaciones. El ruido puede ser visto desde dos enfoques el enfoque objetivo como la **vibración** que se

propaga por un **medio** y el efecto que produce en el hombre y desde el **enfoque subjetivo** en el que cada persona lo percibe de manera diferente **dependiendo de sus características, físicas, culturales generándose una relación entre la persona, el sonido y el medio.**

6.3.3 Planificación urbanística

La presencia del sonido contribuye al proceso mediante el cual los ambientes se convierten en lugares, imprimiéndoles una atmósfera particular generadora de múltiples y variados sentimientos y sensaciones, sin embargo, el sonido a pesar de ser un componente fundamental del sentido y experiencia de diferentes lugares en el que el hombre desarrolla su vida, constituye una variable olvidada en las políticas de planificación urbanística (López, 2001). De ahí que en las ciudades están creciendo indiferentes al ambiente sonoro.

Varios expertos europeos están convencidos de que la contaminación por ruido no disminuirá si no se aborda el problema desde la planificación urbanística. La toma de decisiones para mejorar el transporte público debe contar con una temprana integración de la planificación de la reducción del ruido en el proceso urbanístico general para generar una mejora del entorno e igualmente evitar que se tengan que tomar medidas costosas de reducción del ruido en un momento posterior (SMILE, 2004).

6.3.4 Sonido y espacio urbano

“Actualmente, arquitectos y urbanistas saben muy bien que la calidad de los lugares que diseñan depende en gran medida del ambiente sonoro que los caracteriza. El diseño arquitectónico, el diseño urbano tiene propiedades sonoras, las cuales pueden armonizar o distorsionar un espacio al permitir la presencia o ausencia de determinados sonidos, creando una interacción entre las formas construidas, el medio ambiente sonoro y la percepción auditiva del espacio. Es decir, tal como muestra la acústica aplicada, el volumen, la forma y los materiales utilizados van a condicionar la propagación del sonido así como la respuesta del espacio (como resuenan los sonidos en un lugar)” (López, 1997).

6.3.5 Planificación y Contaminación Acústica

Desde este enfoque se trata de superar los planteamientos de tipo curativo utilizados con relación al ruido, para actuar de un modo preventivo en la gestión del mismo, de modo que éste vaya más allá de la aplicación de unas normas y

que sea susceptible de actuar a nivel del diseño y la planificación urbana” (López, et al, 2000).

En los casos en los que la planificación de la reducción del ruido no sea una prioridad en la jerarquía del plan urbanístico y sea subordinado a otros aspectos de la planificación como el uso del suelo o el desarrollo urbanístico, existe el riesgo de que dichos aspectos generen niveles de ruido por encima de lo deseable, de ahí que la participación cooperativa de la autoridad ambiental en los procedimientos de planificación urbanística ayuda a garantizar que los futuros desarrollos urbanos se diseñen y construyan de forma que se minimicen las perturbaciones acústicas (SMILE, 2004).

La identificación de medidas adecuadas de reducción del ruido como por ejemplo, la posición, dirección y altura de los nuevos edificios, su función, la distancia desde las vías de circulación y su incorporación a los nuevos proyectos urbanísticos, tiene como consecuencia una mejora del entorno y puede servir para evitar que se tengan que tomar medidas costosas de reducción del ruido en un momento posterior. Para conseguir una estrategia urbanística coordinada, las autoridades que tengan competencia en esta área deben involucrarse desde la etapa más temprana posible.

En efecto, “la planificación urbanística es esencial para administrar y regular la organización espacial de las ciudades en pro de conseguir una infraestructura urbana y un uso del suelo eficaz, ha demostrado ser un instrumento clave en el desarrollo sostenible a nivel local, la dimensión intersectorial de ésta es muy importante debido a que afecta a muchas áreas, como la planificación de la reducción del ruido, una planificación urbanística integrada juega un papel crucial en la reducción del impacto acústico generado por los medios de transporte en el entorno urbano” (Jiménez, 2006).

De igual forma, la recuperación de la calidad acústica y atmosférica de las ciudades implica limitar el uso de los vehículos, como primer paso hacia unas políticas de planificación urbanística más sostenible a nivel local, es necesario un reajuste de las políticas en los campos del medioambiente, el transporte y el uso del suelo (López, 1997). Esto exige una revisión de las políticas encaminadas a identificar los problemas, así como a definir y establecer claramente los objetivos para implantar medidas y acciones adecuadas a corto, medio y largo plazo, además de establecer criterios para supervisar y evaluar los avances y los resultados.

En Colombia, la manera en la que se ha abordado los temas de transporte de expansión de las ciudades a través de diferentes planes y proyectos, muestran una clara desarticulación entre estas dos áreas, lo cual ha incrementado las disfuncionalidades en lo que a movilidad urbana de las personas se refiere, lo que se traduce en términos de congestión, contaminación, **ruido**, inseguridad social, elevados costes operacionales, entre otros (Escobar, 2008).

En la mayoría de ciudades de Colombia la proliferación de los medios de transporte, el crecimiento urbano desordenado, en muchos casos por falta de una planificación adecuada son, entre otras cosas, algunos de los factores que han contribuido en gran medida a la degradación acústica del medio, y al deterioro de las relaciones entre la persona y su entorno (IDEAM, 2006).

6.3.6 Gestión Ambiental

“La gestión ambiental es un proceso que está orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite a los seres humanos el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural y, garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio” (Red de desarrollo Sostenible, sf). La gestión ambiental pretende encontrar respuestas a los problemas generados por la relación seres humanos-naturaleza, por cual emprende acciones que generen o rescaten conocimientos, evaluación de los impactos de las políticas, planes y programas sobre la población, administración óptima los recursos del territorio y sistematiza las experiencias para la construcción del modelo de desarrollo alternativo a que aspira la sociedad.

La gestión ambiental implica entonces “el manejo participativo de los elementos y problemas ambientales de una región determinada, por parte de los diversos actores sociales, mediante el uso selectivo y combinado de herramientas jurídicas de planeación, técnicas, económicas, financieras y administrativas, para lograr el funcionamiento adecuado de los ecosistemas y el mejoramiento de la calidad de vida de la población dentro de un marco de sostenibilidad” (Guhl, 1998).

La gestión ambiental cuenta con diferentes enfoques dentro del presente trabajo se tomará principalmente desde el operacional y el sistémico.

Operacional: "interpreta la problemática ambiental como hechos involuntarios, pero causados por errores de política, planificación y ejecución de programas, es decir, por una gestión ineficaz en los asuntos económicos y públicos, debida a información insuficiente o defectuosa, procedimientos poco morales, corrupción etc." (Caldwell, 1993). De ahí que la intervención sea correctiva, remedial. Con soluciones desde el nivel gubernamental para definir políticas, legislación, normativa, instrumentos de aplicación de normas, e instrumentos de seguimiento y control (Universidad Nacional-UNAL, sf).

Sistémico: interrelaciona aspectos culturales, económicos, naturales y tecnológicos; interpreta el deterioro medioambiental inherente a los sistemas tecnoeconómicos actuales; los esfuerzos económicamente más eficaces, pueden ser los más inadecuados ambientalmente, deteriorantes y contaminantes (Universidad Nacional-UNAL, sf).

En la Gestión Ambiental Sistémica, se pretende que coexista simultáneamente la planificación, la ejecución y el control, se caracteriza por ser previsiva en la planificación; eficiente en la ejecución, eficaz en el control" (Vega, 2001). En otras palabras, un proceso de aprendizaje, retroalimentación y mejoramiento continuo es en esencia el precepto conceptual básico del enfoque sistémico.

6.3.7 Gestión Ambiental, Contaminación Acústica y Planificación Urbanística

Mediante la evaluación de impacto ambiental¹ herramienta preventiva operativa y técnica de la gestión ambiental, se realiza una aproximación a la realidad cualitativa y cuantitativa del ruido, es decir un conocimiento más preciso del problema en cuanto a los niveles de ruido en los que se desarrolla el tráfico rodado en la ciudad de Bogotá, reconociendo sus características físicas y sociales.

¹ La evaluación de impacto ambiental es un instrumento preventivo y operativo de la gestión ambiental en el cual por medio de un proceso de valoración se estima los cambios en el ambiente con base en algunos criterios fijados por el hombre, pero esta valoración no será totalmente objetiva porque dependerá de lo que cada persona o sociedad considere deseable. La evaluación ambiental se puede ver desde dos enfoques el primero usado para describir los impactos e efectos que pueda tener un proyecto, plan o programa, o evaluar los impactos generados por actividades humanas y el segundo enfoque como una herramienta de planificación y formulación de instrumentos de gestión utilizada para la toma de decisiones en la prevención de daños ambientales y de desarrollo sostenible.

La cual constituye un instrumento para la integración de consideraciones medioambientales en la preparación y adopción de algunos planes y programas que puedan tener repercusiones significativas sobre del medio ambiente, pues así se garantiza que se tendrán en cuenta durante la preparación, y antes de su adopción, esas repercusiones al elaborarse tales planes y programa (Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de junio).

Esta herramienta provee información para establecer zonificación acústica cuyo fin es preservar diversas áreas urbanas sensibles de una creciente contaminación por ruido y, simultáneamente, ordenar la localización de emprendimientos con potencial impacto acústico de acuerdo a la gravedad de sus efectos. Esta zonificación provee valiosa información para la planificación urbana, tanto en lo que respecta a las obras de infraestructura como a los programas de urbanización.

El análisis del impacto del ruido ambiental es fundamental para el manejo del ruido. Dicho análisis se debe realizar antes de implementar cualquier proyecto que pudiera aumentar significativamente el nivel de ruido ambiental en una comunidad (OMS, 1999).

7 CAPÍTULO METODOLÓGICO

7.1 TÉCNICAS CUANTITATIVAS

Exploratoria: Este tipo de investigación se realiza especialmente cuando el tema elegido ha sido poco explorado y reconocido, y cuando aun, sobre él es difícil formular hipótesis precisas o de cierta generalidad, en este tipo de investigaciones se sientan bases para investigaciones más rigurosas (Ramírez, 2006).

Descriptiva: se puede considerar una técnica para recoger o analizar datos. Una de sus funciones principales es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada dentro del marco conceptual de referencia. Igualmente describe las partes categorías o clases que componen el objeto de estudio (Cerda, 1995).

Explicativa: son aquellos trabajos donde nuestra preocupación, se centra en determinar la causalidad y el “porqué” de las cosas y de los fenómenos. Es saber porqué ocurren las cosas, cuales son los factores que lo determinan de donde proceden o como se transforman (Cerda, 1995).

7.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo descriptiva pues fue necesario realizar un análisis de la situación actual de ruido generado por tráfico en Bogotá y una revisión de metodologías o criterios aplicables a nivel mundial en el tema. También es de tipo explicativa pues se debe hacer comparaciones entre criterios metodológicos con el fin de establecer cuales serán utilizados por su ajuste al contexto de la ciudad de Bogotá.

Finalmente se puede considerar de tipo exploratoria el tema elegido ha sido poco explorado y reconocido como una de las problemáticas ambientales significativas en la calidad de vida de la población; y los recursos que dispone el investigador resultan insuficientes como para emprender un trabajo más profundo. Igualmente los resultados de investigación pueden abrir campo para investigaciones más profundas como es el diseño y validación de una metodología para la evaluación de impacto ambiental de ruido generado por tráfico.

7.3 MÉTODOS

El método es el camino o medio para llegar a un fin, el modo de hacer algo de manera ordenada, en una investigación se sigue en orden sistemático, para lograr un determinado fin. En esta investigación se trabajó el deductivo, particularmente dado que es flexible, se presentó una secuencia lógica que se llevó a lo largo del proyecto, para lograr la meta propuesta y las decisiones tomadas en el camino las cuales no tuvieron necesariamente una secuencia rígida, en el estudio del objeto propuesto.

7.3.1 DEDUCTIVO

El método deductivo parte de lo general y de allí va a lo particular, por lo que una vez es demostrada una condición para un conjunto de elementos, es también válida la inferencia para cada elemento (Ramírez, 2005).

La fase deductiva empezó con la definición del tema de investigación y de sus aspectos fundamentales y todas las decisiones metodológicas tomadas para el proyecto su delimitación y lugar de desarrollo, la definición de las etapas de investigación e instrumentos metodológicos seleccionados para el desarrollo del mismo.

Dentro de este proyecto de investigación se partió de datos generales aceptados tales como:

El ruido generado por tráfico representa el porcentaje de ruido ambiental más grande en la ciudades reconocido mundialmente y que genera mayor impacto en la población al tener un radio de acción más grande y lograr llegar a más personas en las ciudades.

El análisis de impacto ambiental como aspecto fundamental para la gestión del ruido, el cual debe hacerse antes de implementar políticas, programas, proyectos que puedan generar disminución en los niveles de ruido, además de generar información para las entidades ambientales encargadas de liderar políticas ambientales y del control y la vigilancia del ambiente en la ciudad.

La integración de la variable ambiental dentro de la planificación urbanística de manera temprana permite que la misma sea eficaz y exhaustiva y que se pueda llevar a cabo una evaluación del marco general del plan de desarrollo urbano, del

uso del suelo, de las infraestructuras de transporte, del plan urbanístico, de la configuración del paisaje, del plan de calidad atmosférica y de los planes regionales y locales relativos a aspectos vinculados al transporte y al medio ambiente.

*Partiendo de estos datos generales reconocidos mundialmente en esta fase se identificó el contexto previo a la realización de la investigación y se tomaron las decisiones que definen el **enfoque** de la misma.*

Esta fase fue la eminentemente investigativa, la cual se soportó en la consulta bibliográfica, revistas, proyectos en el tema y consulta a expertos y terminó con la determinación de los criterios aplicables al contexto de Bogotá con los cuales se propuso los lineamientos para la evaluación de impacto ambiental de ruido por tráfico.

7.4 ETAPAS DEL PROYECTO

El proceso metodológico para cumplir los objetivos propuestos planteados en el proyecto de investigación se realizó en tres etapas, en las cuales se ejecutó diferentes actividades que contribuyeron al logro de la misma.

ETAPA 1



ETAPA 2

SISTEMATIZAR INFORMACIÓN DE DIFERENTES METODOLOGÍAS EIA.

Recopilación de diferentes instrumentos metodológicos de evaluación de impacto ambiental de ruido por tráfico rodado a nivel nacional e internacional.

INSTRUMENTOS

Consulta bibliográfica, información secundaria en el tema de ruido y tráfico rodado.

Recopilación de metodologías o criterios metodológicos de EIA para ruido por tráfico

Sistematización de la información para encontrar puntos de convergencia y divergencia de las metodologías

RESULTADOS ESPERADOS

Determinación de los criterios para los lineamientos de la EIA de impacto de ruido por tráfico en Bogotá

ETAPA 3

Evaluar los criterios seleccionados en la etapa 2

Determinar su aplicabilidad en el contexto bogotano.

INSTRUMENTOS

Consulta a expertos

RESULTADOS ESPERADOS

Triangulación intermetodologica: utiliza diferentes tipos de fuentes de información, primaria y secundaria.

Información necesaria para proponer los lineamientos para la EIA de tráfico rodado en Bogotá.

7.5 HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS

7.5.1 ETAPA 1

En esta etapa se realizó una búsqueda y recolección de información existente relacionada con el tema de ruido y tráfico rodado, con investigaciones, estudios y documentos previos realizados hasta el momento e igualmente se hizo consulta a la normatividad nacional e internacional relacionada con el tema.

Esta revisión bibliográfica igualmente fue fundamental para escoger los conceptos que definieron el enfoque de la investigación, elaborando el marco conceptual el cual se fue construyendo y ajustando a través de todas las etapas del proyecto.

En esta etapa se usaron algunos instrumentos como son el uso de cartografía, el diagrama de Venn y la construcción de la línea de tiempo de la problemática con el fin de graficar, visualizar y analizar la situación actual de ruido en Bogotá.

Cartografía

Se revisó la cartografía existente en Bogotá de mapas de ruido para determinar y comprobar puntos conflictivos desde el punto de vista de la movilidad en las diferentes localidades de la ciudad.

Diagrama de Venn

El Diagrama de Venn se realizó con el fin de hacer el análisis organizacional identificando todas las instituciones relacionadas con la problemática de ruido generado por movilidad urbana, con el fin de entender las interacciones entre esas organizaciones y responsabilidades ante la misma.

Línea de tiempo

La línea de tiempo se realizó con el objetivo de visualizar la evolución del transporte público urbano en Bogotá y cómo ésta se ha relacionado con la contaminación acústica de la ciudad, identificar cuáles han sido los cambios significativos en el incremento del ruido generado por la movilidad urbana, reconociendo los factores que tengan influencia en los eventos y actitudes del presente.

En esta etapa se hizo una recopilación de información secundaria y consulta a expertos. La consulta bibliográfica y de informes institucionales de la Secretaria Distrital de Ambiente, la Secretaria de Movilidad, el Instituto de Desarrollo Urbano, Planeación Urbana y otros actores que fueron identificados en el diagrama de Venn.

Para determinar la percepción de la gente al ruido por tráfico se usaron encuestas de percepción como la encuesta “Bogotá como vamos” la cual es un ejercicio ciudadano de seguimiento periódico y sistemático a los cambios en la calidad de vida de la ciudad que se realiza desde 1997, es producto de la Alianza Interinstitucional entre la Casa Editorial El Tiempo, la Fundación Corona y la Cámara de Comercio de Bogotá. De esta encuesta se tuvo en cuenta los temas de movilidad y medio ambiente, también se analizó la encuesta de cómo avanza la movilidad en el Distrito realizada por la veeduría Distrital, el Departamento Nacional de Planeación, DNP y el Programa Nacional de Desarrollo Humano, PNDH desde el 2003 en el tema de percepción del impacto ambiental por movilidad en Bogotá. Estas encuestas se analizaron en los diferentes años para determinar cómo ha evolucionado la percepción ciudadana acerca del ruido en la ciudad específicamente por el generado por la movilidad urbana.

7.5.2 ETAPA 2

En esta etapa se realizó la recopilación de metodologías o criterios metodológicos de evaluación de impacto ambiental para ruido por tráfico desarrollados a nivel nacional o internacional.

Se efectuó una búsqueda principalmente en los países europeos que han trabajado el tema a nivel institucional en proyectos de movilidad sostenible como el proyecto SILENCE, y el proyecto SMILE. Igualmente en países como Estados Unidos y Australia que han trabajado en el control de ruido por tráfico rodado. En países de Latinoamérica Chile y Argentina también han desarrollado guías metodológicas para la evaluación ambiental de ruido. En Colombia se consultó las diferentes metodologías realizadas por consultores ambientales que han trabajado el tema de ruido específicamente el generado por el tráfico, a nivel institucional con la Secretaria Distrital de Ambiente y con las Universidades de los Andes y la Universidad Nacional que actualmente se encuentran trabajando en temas de movilidad sostenible con proyectos específicos desde el punto de vista de ruido.

Se realizó una matriz para la comparación de las diferentes metodologías o criterios metodológicos para identificar los puntos de convergencia y divergencia de las mismas, esta información con las variables definidas en la etapa 1.

Al final de esta etapa se obtuvo como resultado la determinación de algunos criterios para la EIA para ruido por tráfico rodado.

7.5.3 ETAPA 3

Finalmente, se realizó consulta a expertos, partiendo del asesor del proyecto, con investigadores en otras Universidades que trabajan el tema de ruido por tráfico, expertos en el tema de instituciones como la Secretaría Distrital del Ambiente y diferentes consultores ambientales con suficiente experiencia en el tema.

Se desarrolló la triangulación de la información encontrada en la etapa 2 acerca de los criterios metodológicos aplicables al contexto Bogotá y la consulta realizada a experto en el tema.

Por último se escogieron los criterios metodológicos para el desarrollo de los lineamientos para la evaluación de impacto ambiental de ruido por tráfico rodado en el contexto Bogotá.

7.6 TRIANGULACIÓN

La triangulación es la combinación de dos o más teorías, fuentes de datos, métodos de investigación, en el estudio de un fenómeno singular. De este modo, posibilita la recogida y análisis de datos desde ángulos diferentes, a fin de realizar su comparación y contrastación (Denzin ,1970).

Es un procedimiento para organizar diferentes tipos de datos en un marco de referencia de manera más coherente para comparar datos y contrastarlos.

La triangulación es una garantía para impedir que se acepte con demasiada facilidad la validez de las impresiones iniciales y para lo cual se utiliza múltiples fuentes, métodos e investigadores con intención de ampliar el ámbito, densidad y claridad de los constructos desarrollados en curso de la investigación y corregir

los sesgos que aparecen cuando el fenómeno es examinado por un solo observador con una técnica y desde un solo ángulo de observación (Cerde, 1995).

La triangulación como técnica se puede aplicar a distintas fases del ciclo investigativo, en este proyecto de investigación se usará en dos etapas de la investigación.

Triangulación teórica: en la búsqueda de una interpretación amplia y diversa del problema investigado, éste es abordado desde teorías alternativas a veces contrapuestas (Denzin, 1970). La triangulación teórica presenta ventajas indudables. **Así por ejemplo, confirma o niega un mayor número de proposiciones teóricas.**

Este tipo de triangulación se realizara dentro del proyecto de investigación al comparar los diferentes criterios metodológicos desarrollados por expertos para la evaluación de impacto ambiental de ruido por tráfico rodado en diferentes países haciendo un contraste de las proposiciones teóricas realizadas hasta el momento en el tema con el objetivo de encontrar la convergencia y divergencia de los criterios metodológicos propuestos por expertos y la aplicabilidad de los mismos al contexto Bogotá.

Triangulación metodológica: consiste en la aplicación de métodos diversos, de modos de realizar la contrastación de los hallazgos. Denzin (1970) define como el uso de distintas perspectivas teóricas para analizar un mismo grupo de datos.

- **Intermetodológica:** cuando diversos métodos en una relación mutua explícita son aplicados a los mismos objetos, fenómenos o situaciones (Denzin, 1978 y Fielding, 1986).

En esta etapa se realizó una triangulación de tipo intermetodológica, debido a que utiliza diferentes tipos de fuentes de información secundaria en la recopilación de toda la información de la etapa 1 y 2 y de tipo primaria en la consulta a expertos la cual será información de tipo cualitativo.

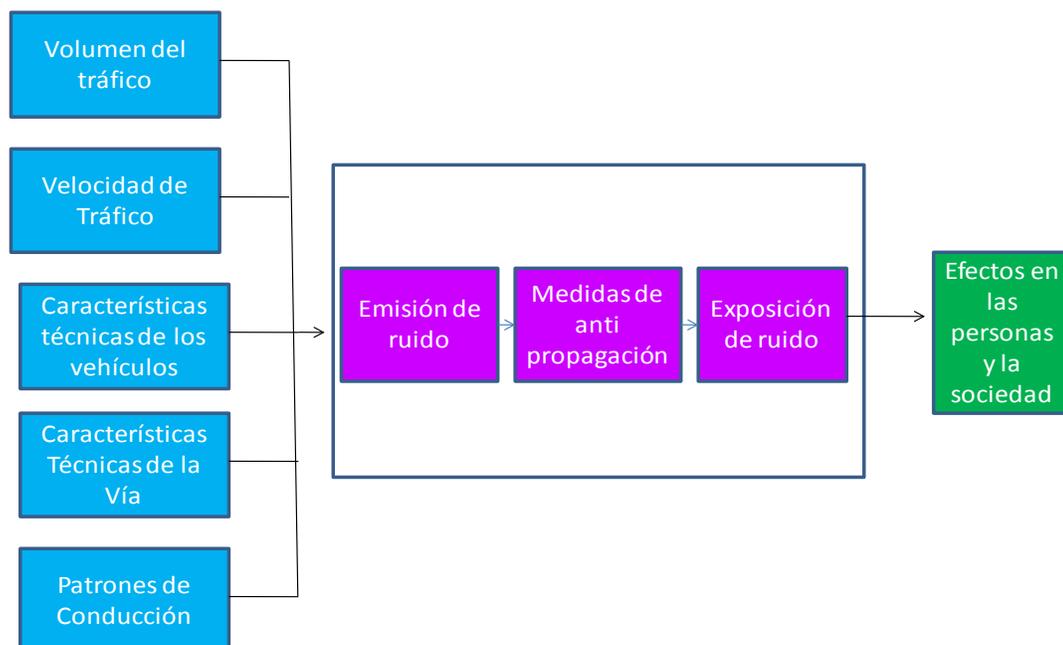
8 ANALISIS DE LA SITUACIÓN DE RUIDO POR TRÁFICO EN BOGOTÁ

El objetivo principal de este capítulo es conocer los factores de influencia de ruido generado por el tráfico motorizado en la ciudad de Bogotá, lo cual ayudará a proponer los lineamientos de evaluación de impacto ambiental que se ajusten a la situación de la ciudad. De igual manera, identificar los actores involucrados y poder generar una propuesta dirigida a estas autoridades locales que le ayuden su proceso de decisión.

En esta etapa se toma información del observatorio de movilidad de la Cámara de Comercio de Bogotá elaborado por la Dirección de Veedurías en convenio con la Universidad de los Andes. Igualmente información de la Secretaria de Movilidad de Bogotá, algunos informes institucionales de la Secretaria Distrital de Ambiente y algunos artículos académicos relacionados con el tema.

A continuación se muestra esquemáticamente los factores que en la literatura se encuentra como los que lideran el ruido por tráfico rodado, de los cuales se investigó y analizó cada uno en el contexto de la ciudad de Bogotá.

GRÁFICA 5 FACTORES QUE INTERVIENEN EN RUIDO DE TRÁFICO RODADO



Fuente: RIVM, 2003 adaptado por CE Delft, 2007.

8.1 LÍNEA DE TIEMPO TRANSPORTE PÚBLICO DE BOGOTÁ

El transporte contribuyó al desarrollo de Bogotá a lo largo del siglo XX, la ciudad vivió transformaciones estimuladas por los medios de movilización que ofrecieron los sistemas de transporte implementados (Ballén, 2007). En lo relativo a movilidad urbana, el siglo XX significó para Bogotá el surgimiento de un proceso de aceleración del crecimiento de la capital, junto con la aparición de los medios masivos de transporte, la irrupción del vehículo particular, los procesos de urbanización e industrialización de la ciudad y la modernización de la infraestructura vial. De tal manera que la pequeña ciudad colonial y republicana de finales del siglo XIX se fue convirtiendo en una metrópolis categorizada hoy como una de las grandes urbes latinoamericanas en el comienzo del tercer milenio (Suárez, 2007).

Estas distintas formas de movilidad en el siglo XX en Bogotá han señalado la falta de planificación de la ciudad y de políticas de control, la proliferación de asentamientos irregulares dando la pauta para el surgimiento de empresas privadas de transporte y determinando las formas de movilidad en muchas zonas de la ciudad caracterizadas por el caos que con el tiempo se volvieron inmanejables. En igual sentido la falta de visión interdisciplinaria de lo urbano ha generado graves inconvenientes en la manera de abordar la problemática de la ciudad que aun hoy presenta dificultades para ser resuelta (Montezuma, 2000).

“La historia de la movilidad se puede resumir en cuatro períodos que van desde 1880 con la aparición del tranvía, pasando por el desarrollo del sistema de transporte público de autobuses, continuando con la popularización del automóvil y la ampliación de la malla vial a medida que se daba la expansión del perímetro urbano, hasta la implementación del sistema de transporte masivo Transmilenio y el desarrollo de la infraestructura para la movilidad alternativa” (Suárez, 2007).

8.1.1 La ciudad del tranvía

La forma y extensión de Bogotá de principios de siglo XX no corresponde a la de una capital cerca de 100.000 habitantes ya que a pesar de las grandes transformaciones urbanas generadas por la introducción de los servicios públicos a finales del siglo XIX, la ciudad conservaba mucho de su estructura colonial. El modelo de urbanismo colonial había cambiado poco, las vías eran poco utilizadas y solo servían a los peatones, los animales empleados como medio de transporte

tanto de personas como de mercancías mientras que el número de vehículos no sobrepasaba la docena de carrozas, de tal manera que la calle se conservó casi peatonal (Baquero, 2003).

Cuando comienza a funcionar el tranvía se introducen mutaciones socio económicas y espaciales en la Bogotá de rasgos coloniales, el cual se convirtió en un motor que impulsó la expansión urbana hacia el norte haciendo que la ciudad saliera de la muralla que por muchos siglos le habían impuesto algunos factores estructurales, económicos, inmobiliarios, hidrográficos y topográficos entre otros (Montezuma, 2000). En la medida en que el tranvía es la primera infraestructura urbana de gran envergadura, éste se convierte en el portador de una nueva ciudad, la imagen de urbe moderna se debe en parte a este nuevo medio de transporte, el cual contribuyó a generar una dinámica diferente sobre el suelo periurbano (Montezuma, 2000).

8.1.2 La aglomeración urbana del autobuses

Desde los años 20 el sistema de buses progresaba en la ciudad, cuando empezó la extensión desmesurada e incontrolada de la ciudad sobre diferentes zonas. El origen del sistema privado de autobuses está estrechamente ligado a la creación dispersa de barrios obreros construidos desde los años 20, en su mayoría de forma ilícita por fuera de la ciudad lineal (61,4% del espacio urbanizado entre 1910 y 1920 corresponde a barrios obreros (Montezuma, 2000). De esta manera, el tranvía perdió su capacidad de contribuir u orientar la transformación espacial, puesto que le era imposible seguir la urbanización sobre todos los frentes de expansión urbana.

La creciente llegada de los buses fue haciendo contrapeso poco a poco al tranvía y para el año 1927 ya existían 50 autobuses, 1143 autos y 375 camiones, los motorizados aumentaron de manera importante de igual manera lo hizo la población por lo cual estos dos medios de transporte comenzaron a ser la solución a los problemas de movilidad de los ciudadanos (Suárez, 2007).

En 1935 el acuerdo 5 estableció horarios y rutas para el tranvía y los autobuses, se generaron itinerarios para los últimos con el fin de evitar que los recorridos fueran los mismos del tranvía. Ese mismo acuerdo, reglamentó al sistema de buses obligándolos a asociarse en cooperativas y asociaciones de servicio urbano para evitar la proliferación de las rutas piratas. No obstante, las empresas

de buses comenzaron a diversificar las rutas y los horarios cosas que no podía hacer el tranvía, lo que los dejó con mejores ventajas por la lucha de pasajeros, de ahí que la parte de mercado que cubría el tranvía paso de 78,8 % de pasajeros a 50,2% en 1939, está tendencia que se mantuvo hasta que en 1944 derrumbó al tranvía (Suarez, 2007).

8.1.3 La primacía del automóvil

A partir de los años 50 el transporte colectivo de empresas privadas se consolidó como la alternativa para la movilidad en Bogotá al tener mayor flexibilidad de adaptación y por lo tanto poder acompañar el crecimiento de la ciudad, en contraste la Empresa Distrital de Transporte Urbano EDTU que al seguir con las rutas que dejó el tranvía y al no poder extender las rutas del trolley por los costos que representaba fue perdiendo paulatinamente mercado de usuarios. Por esta razón, el servicio de empresas privadas a finales de los sesenta ya cubría el 65 % de los viajes y diez años después superaba el 90 %, esta situación continuó durante los ochenta obligando en 1991 al cierre de la EDTU (Suarez, 2007).

En los años 60 la modernización de la ciudad inicio su labor de acondicionar la ciudad al automóvil, sin considerar la conservación del patrimonio en todas sus dimensiones (natural y creado). De igual manera con la visita del Papa en 1968 se crearon varias obras la Avenida 68 la 30 y la 19, la construcción de extensión de vías longitudinales permitió la formación de una estructura en anillos, que por primera vez permitía comunicar las vías radiales al occidente de la ciudad. A pesar de esto, la mayoría de las grandes arterias construidas o mejoradas se localizaron, en prioridad al norte y el occidente, el sur fue menos tenido en cuenta, confirmándose así una constante segregación y discriminación socioeconómica y espacial (Montezuma, 2000).

En los años 80-90 a medida que se modernizaba la infraestructura vial se hacía necesario implementar la demarcación y la señalización de las principales vías y la localización de paraderos de transporte público, lo cual nunca pudo ser resuelto convenientemente. En este período los esfuerzos de las diferentes administraciones se concentraron en el desarrollo de infraestructura para particulares y se hizo muy poco para asignar corredores específicos para el transporte público, el cual se veía obligado a compartir las vías con un número creciente de vehículos particulares, favoreciendo la congestión vehicular, los accidentes y los incrementos en los tiempos de viajes de los usuarios, hechos que crearon efectos negativos en el medio ambiente y en la sostenibilidad de la

ciudad, por lo cual la administración empezó a realizar diferentes propuestas que mejoraran el tema de transporte público en la ciudad, paradójicamente para frenar el crecimiento de vehículos particulares en Bogotá poco o nada se hizo ya que en este período fue donde más se incrementaron.

En el citado esquema de desarrollo de la movilidad, la ciudad ingresa al siglo XXI con gran cantidad de problemas tales como velocidades reducidas y altos tiempos de desplazamiento para la población, debilidades que afectan la calidad de vida de los usuarios y en particular de aquellos que viven en los extremos de la ciudad, incremento en los costos por la inexistencia de un servicio interconectado que obliga a los usuarios a realizar transbordos cubriendo costos separados para cada trayecto, servicio de baja calidad, **efectos negativos en el medio ambiente en la calidad de aire y niveles elevados de ruido**, prestación del servicio dispersa en un gran número de empresas que operan en condiciones de monopolio al tener el beneficio de la exclusividad de las rutas, baja ocupación del parque automotor durante gran parte del día, mayor número de vehículos particulares circulando para un significativo menor número de pasajeros transportados, respecto a los que se mueven en transporte público colectivo, extensión de las horas pico (más de 6 horas). Inadecuada cultura de conducción, dispersión institucional y descoordinación del sector (Ballen, 2007).

8.1.4 Cuarta etapa. La ciudad región y la movilidad sostenible.

Se entra en el nuevo milenio con la necesidad de replantear la movilidad en Bogotá con propuestas innovadoras que modifiquen la distribución del espacio público entre peatones y vehículos motorizados. El objetivo es generar un cambio estructural en la movilidad que mejore el nivel de vida la relación con el medio ambiente y haga la ciudad más eficiente y competitiva.

En 1995, el distrito firmó un convenio con la oficina de Cooperación Internacional del Japón (JICA) para realizar el plan maestro de transporte urbano de Bogotá que tiene como objetivo central concretar las políticas, estrategias, programas, proyectos y metas relacionados con la movilidad del Distrito Capital, y establecer las normas generales que permitan alcanzar una movilidad segura, equitativa, inteligente, articulada, respetuosa del medio ambiente, institucionalmente coordinada, financiera y económicamente sostenible para Bogotá y para la Región” (Veeduría Distrital, 2009). Este proyecto vincula los escenarios prospectivos de Bogotá, de desarrollo urbano con la evolución de requerimientos

de movilidad urbana, el cual propone dar prioridad al transporte público, explorar modos alternativos de transporte y desestimular el uso del automóvil (CCB, 2008). En el tema de ruido se plantea aspectos técnicos novedosos para reducir el ruido generado por el tráfico, tales como la utilización de asfalto poroso y barreras acústicas, abundante vegetación a lo largo de la vía y educación sobre seguridad vial (Suarez, 2007).

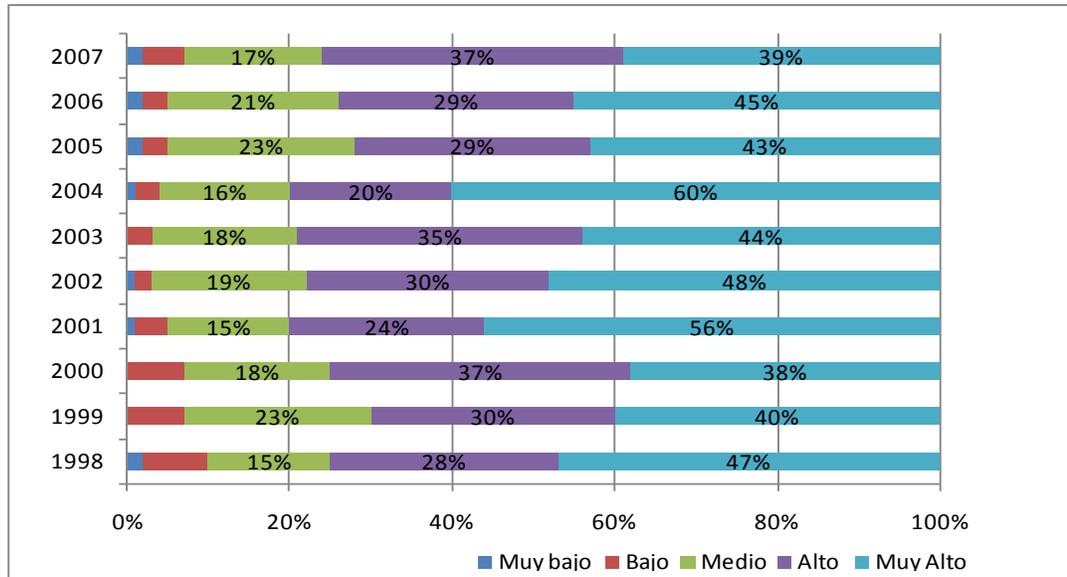
Diferentes proyectos y propuestas se han incluido en este último período: el sistema de transporte masivo TRANSMILENIO, la propuesta de sistema integrado de transporte que actualmente se encuentra en proceso de licitación el cual integrará el transporte público colectivo y TransMilenio, la red de ciclorutas y restricciones como pico y placa, la instalación del día del no carro, las ciclovías dominicales y nocturnas, son algunas de las estrategias que buscan que haya una nueva manera de entender e intervenir la movilidad en la ciudad.

En el mismo sentido, las estrategias propuestas han superado la visión puramente técnica y han buscado integrar aspectos culturales, sociales y comportamentales de la movilidad urbana como parte de una propuesta que lleve a un cambio de mentalidad de los/as ciudadanos/as en la cual se reflexione sobre la sociedad, el ambiente y la calidad de vida. Las estrategias de cultura ciudadana en tránsito y transporte permiten observar, investigar y actuar sobre temas como el conocimiento y cumplimiento de las normas de tránsito, la percepción de los ciudadanos sobre su propio comportamiento y el de los demás, las percepciones de riesgo vial, los imaginarios urbanos en temas de transporte, la relación de conflictos ligados a la movilidad y al uso compartido del espacio público urbano y a la capacitación de conductores entre otros (Suárez, 2007).

8.2 PERCEPCIÓN DE LA CIUDADANÍA

Para conocer la percepción ciudadanía en el tema, se analizaron las encuestas ¿Bogotá cómo vamos? y la encuesta ¿cómo avanza el distrito en movilidad? En estas encuestas se refleja que en Bogotá sí existe una preocupación ambiental por parte de la ciudadanía, es evidente que en los últimos años esta preocupación se ha incrementado y que junto al tema de movilidad son grandes intranquilidades de los/as bogotanos/as.

GRÁFICA 6 ¿CÓMO CONSIDERA EL NIVEL DE RUIDO EN BOGOTÁ EN GENERAL?



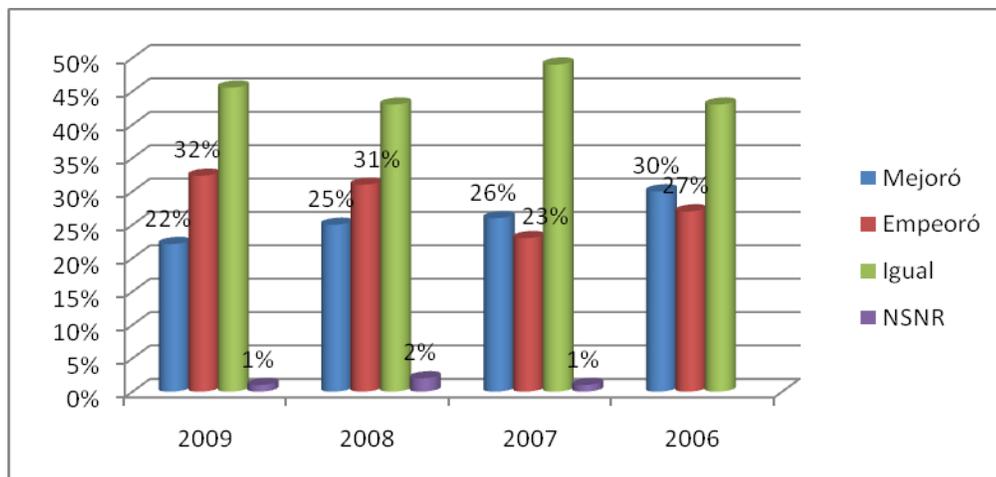
Fuente : adaptado de la encuesta ¿Bogotá cómo vamos?, 2007.

En el tema de movilidad la gente califica el servicio de manera muy baja, los/as ciudadanos/as ven como cada día se degrada la calidad de la movilidad en la ciudad, es decir, se aumentan los tiempos de viaje por la congestión de tráfico en la ciudad, el servicio de transporte público colectivo sigue siendo de baja calidad para los usuarios. Los vehículos particulares, los taxis y las motos continúan incrementándose lo que se traduce además en mayor contaminación del aire por cuenta de las fuentes móviles que siguen en ascenso y los altos niveles de ruido en la ciudad, la cultura de los actores en las vías (conductores de servicios público y particular, peatones, ciclistas, motociclistas, y vehículos de carga), además de atentar contra la propia integridad contribuye al problema de congestión de la ciudad. En los años 2008 y 2009 el 54% de los/as ciudadanos/as consideraron que el tema de la congestión es el tema al cual el gobierno distrital debería prestarle más atención, relacionado éste con la contaminación del aire y los altos niveles de ruido de la ciudad. En efecto la percepción del problema del ruido por parte de los/as bogotanos/as es alta, según esta encuesta de opinión, en una escala de uno a cinco se calificó en 4,17 en promedio el nivel de ruido en la ciudad desde el año 1998 hasta el 2007. En los años de 1998 al 2000, cuando se les preguntaba a los/as bogotanos/as sobre la fuente de ese ruido, en una proporción superior al 60% consideraron que su origen está en los carros y camiones, y en particular en el uso excesivo del pito de estos. La tendencia de las

calificaciones de la opinión ciudadana sobre el problema del ruido durante los años 98 al 2007 permaneció relativamente constante, lo que contrasta con el hecho de que el parque automotor en la ciudad ha crecido durante los últimos años, lo que permite deducir que a pesar de dicho incremento los/as bogotanos/as no perciben la ciudad como más ruidosa. Además en la última encuesta de percepción ciudadana del programa “Bogotá Cómo Vamos”, el 75% de las personas reconocieron que la contaminación por ruido en la ciudad está afectando de alguna forma su salud o la de su familia.

Por otra parte, la Encuesta Distrital de percepción en el sector Movilidad es realizada anualmente por la Veeduría distrital, se realiza un sondeo de percepción ciudadana para establecer la apreciación que tienen los habitantes de la ciudad de Bogotá, sobre la calidad del servicio de transporte público y su impacto en los desplazamientos diarios. Esta encuesta se realiza en 19 localidades de la ciudad y es dirigida a los usuarios de transporte público, a conductores de vehículos particulares y de servicio público, ciclistas, usuarios de Transmilenio y a la ciudadanía en general. En el tema ambiental, se evalúan algunos componentes del tráfico en las principales vías de la ciudad, que permitan conocer, según la percepción de los/as encuestados/as, si las condiciones de afectación que esos componentes producen, mejoran empeoran o continúan igual.

GRÁFICA 7 PERCEPCIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO CAUSADOS POR LA MOVILIDAD CON RESPECTO AL AÑO ANTERIOR.



Fuente: Veeduría distrital encuesta de percepción como avanza la movilidad en el Distrito, 2009.

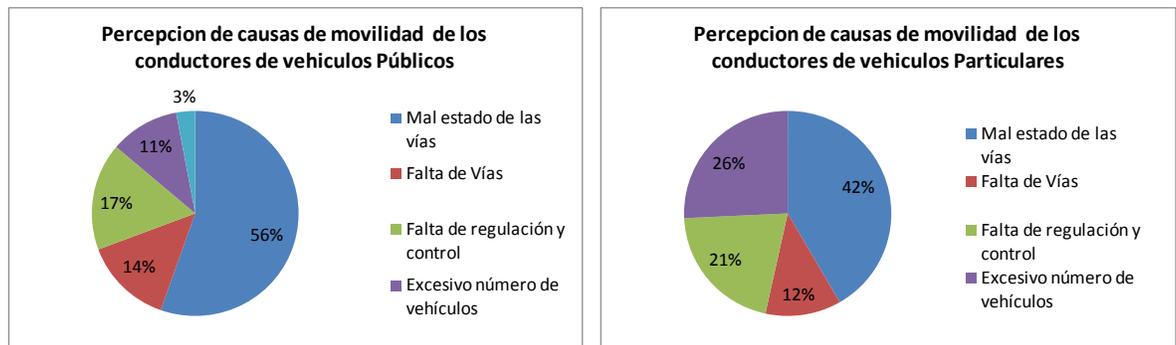
En la gráfica se puede observar que al igual que sucede en la encuesta ¿Bogotá Cómo Vamos? las calificaciones dadas por los/as ciudadanos/as en los años del 2006 al 2009 el nivel de percepción de ruido generado por la movilidad se mantiene casi igual. Es decir, que a pesar del incremento vehicular la percepción de ruido por parte de los/as ciudadanos/as permanece casi igual y por otra parte que la ciudadanía no aprecia ningún cambio en las acciones realizadas por la administración en este tema.

En las calificaciones dadas por los/as ciudadanos/as en los años 2006, 2007, 2008 y 2009, se puede observar que la percepción del impacto de la movilidad sobre el ambiente en los niveles de ruido es negativa con porcentajes muy altos de usuarios que opinan que la situación se mantiene igual y que empeoró, con respecto al año anterior. En efecto al año 2009 solo el 22% de la población bogotana percibe una mejoría en la reducción de los niveles de ruido.

Adicionalmente los encuestados perciben que el uso de las motocicletas aunque ha contribuido a la movilidad, ha incrementado la accidentalidad del tránsito, y ha aumentado la contaminación auditiva en la ciudad. Esta percepción que coincide con las estadísticas sobre la accidentalidad con la participación de este tipo de vehículos y los niveles de ruido consignados en el informe de día de no carro en Bogotá.

Al igual que en la encuesta BCV es de preocupación el tema de la congestión en la ciudad y al preguntarle a los ciudadanos cuáles son las causas de congestión en la ciudad, la mayoría de los conductores de vehículos públicos y privados considera que el mal estado de la malla vial es el factor que más incide en la congestión del tránsito capitalino, y una minoría considera que la falta de vías sea un factor determinante para ello. Para los conductores de vehículos particulares la segunda causa de congestión es el incremento vehicular.

GRÁFICA 8 PERCEPCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE CAUSAS DE LA CONGESTIÓN EN LA CIUDAD



Fuente: Veeduría Distrital encuesta de percepción como avanza la movilidad en el Distrito, 2009.

La percepción generalizada sobre el mantenimiento de la malla vial es negativa, pues si bien las avenidas y vías arterias son intervenidas con alguna frecuencia, el resto de las vías y especialmente los accesos a barrios y las calles internas de éstos, en alto porcentaje se encuentra en mal estado, si a la malla vial no se le realiza un mantenimiento rutinario y preventivo, cuando es intervenida parcialmente, los trabajos deben incluir su reconstrucción y/o rehabilitación, elevándose considerablemente el costo de su ejecución (Veeduría Distrital, 2009).

8.3 VOLUMEN DEL TRÁFICO

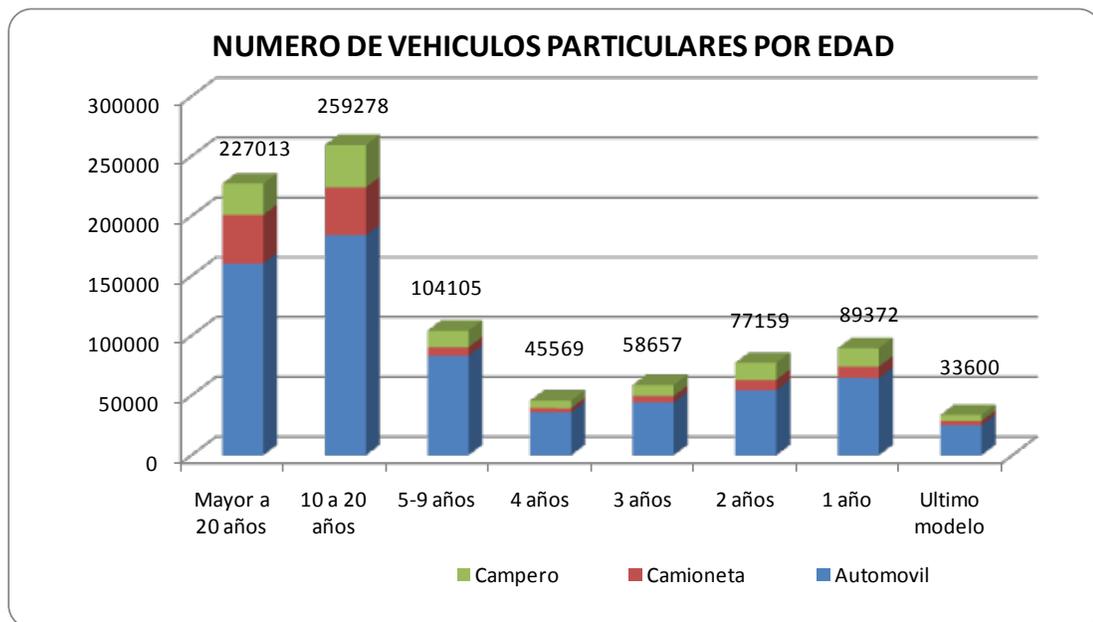
8.3.1 Vehículos particulares

La movilidad de la ciudad de Bogotá se ha visto muy afectada tanto por el incremento de vehículos particulares que circulan diariamente por la ciudad como por la infraestructura de transporte deficiente y mal conservado, y como se mencionó en la línea de tiempo se entra al siglo XX con un transporte público que no satisface las necesidades de los usuarios y agrava la situación otros factores y componentes del tránsito y el tráfico, y que impactan negativamente el desarrollo de la ciudad y la calidad de vida de sus ciudadanos/as (Veeduría Distrital, 2009).

Según el Observatorio de Movilidad de la Cámara de Comercio de Bogotá –CCB– y la Universidad de los Andes, se calcula a diciembre de 2008 en Bogotá un total de 895.293 vehículos particulares cuya edad promedio se mantiene en 14 años con respecto al 2007. Sin embargo a esta cifra se debe sumar el número de

vehículos que circulan diariamente por Bogotá que se encuentran matriculados fuera de ella y restarle aquellos que ya no circulan pero que aún se encuentran en los registros distritales, por lo cual se calcula entonces, que los vehículos registrados en Bogotá son aproximadamente 850.000 vehículos (Observatorio de Movilidad, 2009).

GRÁFICA 9 NÚMERO DE VEHÍCULOS PARTICULARES POR EDAD EN BOGOTÁ



Fuente: Observatorio de Movilidad Cámara de Comercio de Bogotá, 2009.

Con la apertura económica las cifras aumentaron después del año 1992, en los últimos años de los 90 hubo una disminución en la venta de vehículos debido a que Colombia estuvo sumergida en una profunda crisis que llevó a una disminución de su crecimiento económico. El sector automotor tomó más tiempo en recuperarse pero en el 2006 y 2007, las ventas de vehículos alcanzaron cantidades de ventas 2 veces superiores a las del período 1994-1998. Este aumento de la cantidad de vehículos incide en la movilidad urbana debido a que aumentan las tasas de motorización (Ríos, 2006).

Este incremento vehicular en los últimos tiempos agudiza el problema ambiental de ruido en Bogotá, un problema de grandes dimensiones al encontrarse registrado cerca de 850.000 vehículos los cuales desordenada y descontroladamente hacen sonar sus pitos, agregando a esto la falta de

silenciadores de buen número de ellos. Este problema se hace más notorio en las grandes Avenidas que normalmente se congestionan por excesivo tráfico, de ahí que la malla vial conformada por corredores de alto flujo vehicular, como la Avenida 68, la Avenida Primera de Mayo con Avenida 30 y la Autopista del Sur, son las vías que tienen más altos niveles de ruido, por encima de los valores permitidos.

Lo que es más importante es que este problema seguirá incrementándose con el crecimiento del flujo vehicular en la ciudad, según el trabajo realizado por la Universidad de los Andes, “El transporte como soporte al desarrollo de Colombia, Una visión al 2040” en el cual se plantea una visión prospectiva de Colombia que un par de años recuperará su crecimiento económico y logrará tasas de crecimiento elevado. Este crecimiento económico que va experimentar el país generará que una porción creciente de su población podrá acceder a una aspiración común de las personas y mejorar su movilidad mediante la compra de un vehículo privado, por lo cual el parque automotor seguirá aumentando en forma muy acelerada en Colombia en las décadas posteriores a 2040, quizá hasta finales del siglo.

En ese estudio se determinó que en Colombia cuando se logra un ingreso personal de \$1 millón mensual pesos, la persona está en capacidad de adquirir una motocicleta; y cuando alcanza un ingreso de \$2 millones, ya está en capacidad de adquirir un carro privado, de ahí que las proyecciones de crecimiento poblacional y económico las proyecciones del parque de carros y motocicletas en Colombia llegue a cifras de 10,4 millones de vehículos y 12,9 millones de motos al 2040 (Bocarejo, 2009). De igual forma, en Bogotá estas proyecciones muestran un gran crecimiento para el 2040, el número de carros registrados hoy (85.0000) pasará a 3.3 millones y las motos de (80.000 a 42.0000), cifras que una idea de los problemas e impactos ambientales que se esperan en el país y principalmente en Bogotá, y lo que es más importante la necesidad de trabajar desde distintos frentes para atenuar estos problemas (Bocarejo, 2009).

8.3.2 TAXIS

Al igual que los carros particulares el crecimiento de los taxis en la ciudad ha sido considerable en los últimos años, de los años de 2001 a 2007 se incrementó 3,68 veces lo que había registrado Bogotá en el histórico disponible. En el 2009, la

flota de taxis aumentó a 49.350, la edad promedio de los taxis que actualmente se encuentran en operación en la ciudad es de 5 años (CCB, 2010).

En Bogotá existe una sobreoferta de transporte público individual y más aun si se considera que recomienda como indicador un taxi por cada 200 habitantes, con esto el número óptimo para Bogotá sería de 40.000 contra 51.432 vehículos autorizados a septiembre del 2007 (CCB, 2009).

8.3.3 Motos

En los últimos años se ha presentado un incremento vertiginoso en el número de motocicletas que circulan por la ciudad, cuya participación en accidentes se torna preocupante, hubo un elevado crecimiento de estos vehículos de transporte entre el 2003 y el 2008 (75%), originado posiblemente por sus bajos costos, el reducido consumo de combustible y la disminución en los tiempos de movilización. En el año 2009 se registraron 163.757 lo que correspondió a un 17 % de aumento con respecto al año 2008.

Aun cuando el 72% del parque de motocicletas se encuentra en el rango de 1 a 4 años, la edad promedio de estos vehículos es de 7 años, mientras que un 14% superan los 20 años de edad (CCB, 2010).

El nivel de ruido de las motos está relacionado con el cilindraje, como se muestra en la tabla a continuación:

TABLA 2. NIVELES DE RUIDO SEGÚN EL CILINDRAJE DE LAS MOTOCICLETAS

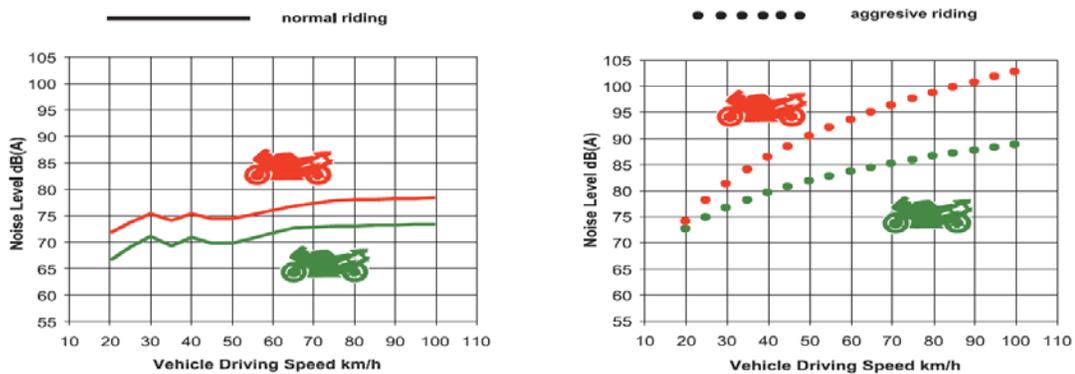
Tipos de Vehículo	NIVELES TIPOS DE RUIDO DB(A)		
	Con silenciador	sin silenciador	Pito
Moto 50 cc	80	95	83
Moto 100 cc	80	93	83
Moto 250 cc	82	95	85
Moto 550 cc	82	103	85

Fuente: Casas, 1994.

Estas mediciones se realizaron a 7.5 metros de distancia con vehículos estacionados, se puede observar que los niveles de ruido se mantienen entre 80 y 82 dB(A), con silenciador, sin silenciador entre 95 y 103 dB(A), niveles que son muy altos y que están excediendo los niveles recomendados por la OMS ya que a estos niveles se puede presentar pérdida auditiva y otros efectos negativos en la salud en los motociclistas.

Igualmente el comportamiento de los conductores de motocicletas hace la diferencia, como se observa en la gráfica 10 tomada de ACEM industria europea de motocicletas una conducción pasiva mantiene los niveles de ruido entre 70 y 80 dB(A), mientras que una conducción agresiva a 50 km/hr llega a 90 dB(A), lo que ya es un nivel muy alto de ruido, una conducción pasiva o menos agresiva reduce el ruido en 7 dB en el caso de las motocicletas, además, este tipo de conducción conlleva un ahorro considerable en combustible, una mejora en la seguridad vial y una reducción de las emisiones de gases de escape (Silence, 2004).

GRÁFICA 10 COMPARACIÓN ENTRE PATRONES DE CONDUCCIÓN NORMALES Y AGRESIVOS



Fuente: ACEM industria europea de motocicleta, esfuerzos contra el ruido por tráfico rodado, 2004.

8.3.4 EL TRANSPORTE MASIVO TRANSMILENIO

El sistema Transmilenio fue puesto en marcha en Bogotá en el año 2000, este sistema ha mejorado las condiciones de movilidad en algunos sectores de la población que antiguamente se movilizaban en el transporte público tradicional, mejorando tiempos de viaje debido al control de las paradas y al aumento de la velocidad. Además ha contribuido a un desarrollo más armónico del amueblamiento urbano, igualmente mejoró las condiciones de seguridad y eliminó parcialmente la sobreoferta. Sin embargo, actualmente se encuentra en desarrollo de nuevas fases y todavía no garantiza un porcentaje grande de los viajes realizados en Bogotá. En el tiempo de desarrollo del sistema Transmilenio la tasa de motorización en Bogotá pasó de 101.36 a 140.57 vehículos por cada mil habitantes, lo que demuestra que el sistema no está modificando el tipo de viaje de la población y que las personas tienden a adquirir su vehículo privado (Ríos, 2009).

8.4 CARACTERÍSTICAS DEL TRANSPORTE PÚBLICO.

Según la SDM, para el año 2009 en Bogotá se registró 15.655 vehículos de transporte público, mientras que en el 2008 había 16.168 vehículos lo que indica que hubo una disminución del 3,2%. Al mismo tiempo se registró que la edad promedio de los vehículos del TPC es de 10 años: las busetas tienen una edad promedio de 15 años, dos años menor que en el 2008, mientras que los microbuses y buses mantienen una edad promedio de 7 años (CCB, 2010).

Por otro lado, en los últimos años se ha presentado una renovación del parque automotor en la ciudad, esta renovación es de 3 años para el último lapso, pasando de 13 años en promedio a 10 años para el 2009. A pesar de esto, la edad del parque automotor sigue siendo alta, en ciudades de Latinoamérica como Santiago de Chile, Sao Paolo y Curitiba tienen edades promedio de su parque automotor entre 5 y 8 años (CCB, 2008).

El estado de conservación y la antigüedad del parque automotor son factores que influyen en la generación del ruido, la edad de los vehículos es importante ya que los vehículos de más edad contribuyen mucho más a la contaminación del aire y generan mayores niveles de ruido, el estado mecánico de los vehículos que ocasiona fallas en los motores al igual que la falta de silenciadores apropiados en los desfuegos o escapes también son factores que aumentan el ruido por tráfico.

8.5 COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO

La composición del tráfico respecto a las categorías de vehículos es importante para los niveles de ruido, existen claras diferencias en los niveles de ruido según el tamaño de los vehículos. En la tabla a continuación se presenta los niveles de ruido para diferentes tipos de vehículos en estado estacionario.

TIPO DE VEHICULO	CON SILENCIADOR	SIN SILENCIADOR	PITO
Furgon	73	88	102
Volqueta Dodge	83	92	110
Buseta chevrolet	70	94	102
Bus intermpal	83	97	104
Bus ejecutivo	83	98	105
Camion dodge 2 Ton	80	95	105
Tractomula chevrolet			105

Fuente: Casas, 1994.

De ahí que un autobús de transporte público a 60 km/h genera el mismo ruido que 4 vehículos particulares, un camión con tres o menos ejes hace el mismo ruido que 5 vehículos y un camión con más de tres ejes el mismo ruido que 10 vehículos de pasajeros.

8.6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS VÍAS

Bogotá contaba a diciembre del 2008 con 14.780 kilómetros de carril de vías, de los cuales el 19% corresponde a la malla vial arterial, el 28% a la malla vial intermedia y el restante 54% a la malla vial local, adicionalmente dispone de 84,43 km de troncales para el servicio exclusivo de los buses articulados de Transmilenio (Veeduría Distrital, 2009).

A pesar de la problemática que existe en materia de movilidad en Bogotá, se aprecia que la construcción de vías en la ciudad ha tenido una tendencia muy aleatoria. En determinados años solo se realizó un mínimo porcentaje en comparación con otros, siendo así, en el 2008 se construyó un 37% más que en el 2007, pero en el 2008 respecto al 2000 hubo un decrecimiento del 74%, de ahí que en los últimos 9 años solo se han construido en la ciudad 948 km de carril de vía, cifra que parece ser muy escasa cuando se compara con el crecimiento vehicular (Veeduría Distrital, 2009).

8.6.1 ESTADO DE LA MALLA VIAL

Otro factor que contribuye a la generación de la contaminación acústica en relación con la malla vial, es el estado de las vías que generan congestiones con el consecuente aumento del nivel de ruido. En las vías de mayor congestión, se observan aumentos considerables del nivel de ruido, por la acción de pitos, el arranque y frenado de los vehículos en cortos tiempos, por parte de los conductores, los motores en marcha y en espera (Secretaría Distrital de Ambiente, 2006).

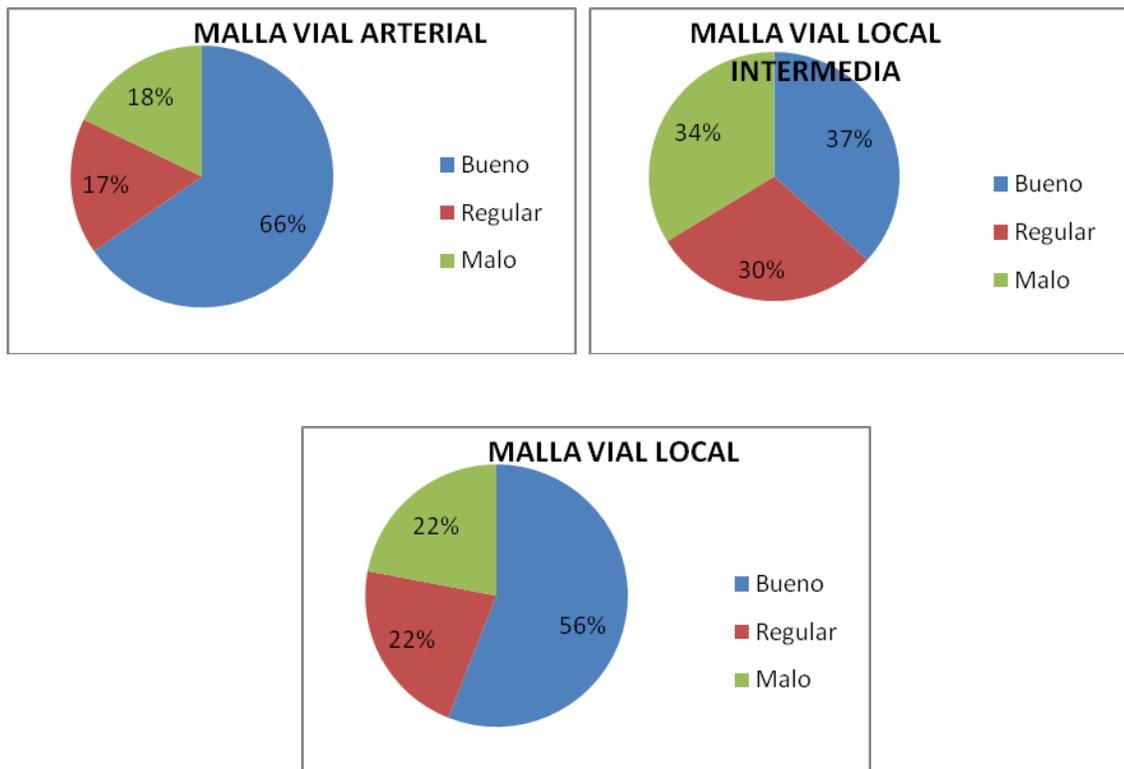
8.6.2 Irregularidades y discontinuidades del pavimento

Tradicionalmente, estos parámetros han sido supervisados mediante inspección visual o con medios mecánicos sencillos. En la actualidad, la detección de irregularidades y grietas tiende más a métodos automatizados de láser o cámara.

Aunque estos parámetros son importantes sobre todo para la comodidad en los desplazamientos, los pavimentos viejos afectados también pueden generar más ruido, sobre todo si tienen grietas de gran densidad y muchas reparaciones de baches (Silence, 2009).

Las irregularidades y discontinuidades suponen una amenaza para el rendimiento de todas las superficies viales en lo que respecta al ruido, por consiguiente es necesario siempre un buen mantenimiento, a fin de que el nivel de ruido sea el mínimo posible. Si se eligen superficies de baja emisión para reducir el nivel sonoro en las zonas de los puntos conflictivos, es aún más importante mantener las características que facilitan ese nivel sonoro más bajo.

GRÁFICA 11 ESTADO DE LA MALLA VIAL DE BOGOTÁ



Fuente: Veeduría Distrital encuesta de percepción como avanza la movilidad en el Distrito, 2009.

Como se puede observar en las gráficas anteriores al 2008, el mayor porcentaje de vías en mal estado lo constituye la malla vial local con un 56% seguido por la malla vial intermedia con un 34%, por otra parte el mayor porcentaje de malla vial en buen estado lo constituye la malla vial arterial con un 66%. Según el IDU, a diciembre de 2008, para llevar a óptimas condiciones las vías del Subsistema Vial existente, incluyendo las intervenciones en los andenes, se requieren 9.3 billones de pesos, este monto no tiene en cuenta las necesidades de ampliación o construcción de nuevas vías contempladas en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), (CCB, 2009).

La percepción generalizada sobre el mantenimiento de la malla vial es negativa, pues si bien las Avenidas y vías arterias son intervenidas con alguna frecuencia, el resto de las vías y especialmente los accesos a barrios y las calles internas de éstos, en alto porcentaje se encuentran en mal estado, si a la malla vial no se le realiza un mantenimiento rutinario y preventivo, cuando es intervenida

parcialmente, los trabajos deben incluir su reconstrucción y/o rehabilitación, elevándose considerablemente el costo de su ejecución. Especialmente cuando el mantenimiento es el primer paso para garantizar un nivel de ruido bajo, el cual debe ser hecho con el fin de mantener las propiedades que garantizan un nivel de ruido bajo, y no en función de la velocidad y los costes bajos, al igual que supervisar de forma frecuente y coherente las propiedades de la superficie de las vías (Silence, 2006).

8.7 CONGESTIÓN

En el libro verde de la comunidad europea (Política futura contra el ruido, 1996) se define congestión como “ el fenómeno temporal de carácter recurrente y duración variable debido a desequilibrio entre la oferta y la demanda de capacidad de la infraestructura de transporte”, es decir existe congestión cuando la demanda del tráfico excede la capacidad de las vías.

Como se describió anteriormente el incremento de los automotores que circulan por la ciudad, aunados al regular, y mal estado de la infraestructura de transporte, repercute negativamente y de forma contundente en la movilidad de la ciudad generando congestiones de tráfico que producen como se ha mencionado antes impactos negativos en el medio ambiente.

De igual manera, la problemática se agudiza ante el hecho de que la infraestructura de transporte medida en km carril de vías, tan solo se incrementó en un 2% en los últimos cinco años, cifra que contrasta con el incremento del número de automotores, que en el mismo período tuvo un crecimiento del 58% (Veeduría Distrital, 2009). De ahí que las velocidades de tráfico sean muy reducidas para el transporte público de Bogotá, además que la ausencia de paraderos fijos con un cubrimiento aceptable, la indisciplina y falta de educación vial de los conductores, contribuye a acentuar los problemas de transitabilidad de la ciudad, por la que circulan adicionalmente cerca de un millón de vehículos particulares.

La Secretaria Distrital de Movilidad realiza un monitoreo constante al TPC el cual permite obtener entre otros, el registro promedio de la velocidad de operación por año. Para el período 2003-2005 se presenta una disminución del 8% en la velocidad promedio de recorrido. Esta tendencia cambia en el 2005 llegando a los

23 Km/h y permanece constante hasta el 2008 (CCB, 2009). Sin embargo en las horas de mayor afluencia vehicular estas velocidades llegan a ser de 18 km/hr.

A estas bajas velocidades el ruido de la propulsión (L_{prop}) es el que domina y aumenta a la par que las revoluciones del motor, es decir, aumenta de forma paralela a la velocidad con la misma marcha, pero disminuye cuando el conductor cambia a una marcha superior (Silence, 2004).

Existe una relación entre la aceleración y el ruido en los vehículos, por ejemplo a velocidades bajas en torno a los 30 km/h, el incremento medio del ruido como consecuencia de la aceleración es de 2 dB. A velocidades de 50 a 60 km/h, el incremento es de entre 1 y 1,5 dB. A velocidades superiores, el incremento es marginal. En cada caso concreto, el aumento del ruido depende del nivel de aceleración (Silence, 2004).

No obstante, también existe una tendencia general a aumentar los niveles de ruido cuando se circula con las marchas más altas, y por tanto a velocidades mayores. En el caso de los vehículos de motor también son importantes otros factores, por ejemplo, el predominio del ruido producido por los neumáticos a partir de velocidades de (50 km/h). A este tipo de ruido, también denominado de rodadura, que depende directamente de la velocidad del vehículo, contribuyen directamente tanto la superficie de la vía como el neumático del vehículo. Algunos autores señalan que a partir de los 50 Km/h el ruido de rodadura aumenta aproximadamente 9 dBA cuando se dobla la velocidad. Sin embargo, la emisión por el efecto de rodadura es difícil de determinar, y algunos modelos predictivos, entregan una noción de la relación de emisión entre unos tipos de pavimentos y otros, pero no su valor real (Silence, 2004).

8.8 PATRONES DE CONDUCCIÓN.

La caracterización de los patrones de conducta y de las actitudes de los conductores, así como de las percepciones y soluciones propuestas, permite explorar los requisitos para la gestión socio-ambiental sostenible del transporte en las ciudades (Moreno et al, 2007).

Los estilos de conducción influyen considerablemente en el ruido que se genera. Conducir a pocas revoluciones por minuto y evitar grandes aceleraciones innecesarias y altas velocidades es una manera de reducir considerablemente el ruido de propulsión de un vehículo, otras fuentes hacen referencia a potenciales

de reducción del ruido incluso mayores, se cree que una conducción pasiva o menos agresiva reduce el ruido en 5 dB promedio en el caso de los automóviles y vehículos comerciales y 7 dB en el caso de las motocicletas. Además, este tipo de conducción conlleva un ahorro considerable en combustible, una mejora en la seguridad vial y una reducción de las emisiones de gases de escape (WG 5, 2002).

Estas cifras dejan claro que merece la pena invertir en actuaciones para influir sobre el comportamiento de los conductores, el ruido nunca ha sido un aspecto principal de las campañas a favor de una conducción ecológica, sin embargo, una conducción de este tipo ayuda a ahorrar combustible y a reducir la contaminación atmosférica, también reduce las emisiones acústicas. La formación en torno a la conducción ecológica y las campañas que incluyen más información sobre el problema del ruido pueden sensibilizar a la gente acerca de este tema también.

Algunas investigaciones realizadas por diferentes entidades llevan a concluir que los conductores de Bogotá son agresivos, lo cual genera un índice alto de accidentalidad en la ciudad. De hecho es la segunda causa de muertes violentas en la ciudad (Universidad de los Andes, 2009). Así mismo estos patrones de conducción agresivos como son acelerar y desacelerar innecesariamente, frenar bruscamente, el uso inadecuado del pito entre otros, generan una mayor contaminación auditiva en la ciudad, de tal manera que se considera una variable que requiere mayor atención dentro de la evaluación de impacto ambiental de ruido por tráfico rodado.

En la investigación realizada por la Universidad de los Andes “caracterización niveles de contaminación por ruido en Bogotá – estudio piloto”, se realizaron mediciones en tres vías principales de Bogotá. Sin embargo no fue posible relacionar de forma directa el número y tipo de vehículos directamente con la variación en los niveles de presión sonora, por lo cual se sugirió prestar especial atención a los patrones de conducción además de análisis más rigurosos, puesto que los resultados mostrados en dicho estudio apuntan a esa variable como determinante en los niveles de contaminación auditiva de la ciudad (Pacheco, 2009).

Por otra parte otra investigación realizada por dos Físicos de la Universidad Nacional (Olmos y Muñoz, 2008), en la cual se reprodujo el caótico tráfico de Bogotá, se llevó a las calles un modelo físico que permitió determinar velocidades y distancias promedio de los vehículos en las vías, lo que permitió analizar los parámetros de aceleración y aplicación de los frenos. Con esta

investigación se analizaron algunas condiciones del tráfico vehicular en la capital, se encontró que el máximo flujo de Bogotá es 90 carros por minuto, mientras que en estudios de otras ciudades el flujo máximo es de 60 ó 70 carros por minuto. Debido a los patrones de conducción de los vehículos, los automóviles en Bogotá avanzan como si tuvieran una velocidad máxima de 70 km/hora, 10 kilómetros más que la permitida por el código Nacional de Tránsito. Adicionalmente los carros se pegan más, la distancia entre uno y otro a la hora de frenar es más pequeña que en otros lugares, esto hace que la movilidad funcione mejor, pero haya mayor probabilidad de accidentes por esta manera de conducir agresiva. Adicionalmente, esta forma de conducir lleva a que se acelere más de lo debido, se cierre a otros vehículos, se frene bruscamente, en una ciudad en la que cual hay más de 800.000 vehículos circulando y luchando por llegar más rápido a sus destinos (Olmos y Muñoz, 2008).

En el mismo sentido, un estudio realizado por profesionales en salud ocupacional, puso en evidencia los altos niveles de agresividad de conductores de servicio público en las calles de las grandes ciudades del país. Señaló que el estrés, la presión y el exceso de trabajo afectan la estabilidad emocional de los choferes, las largas jornadas de trabajo (los conductores trabajan hasta 18 horas continuas), distracciones en la vía y la llamada "guerra del centavo" convierten al conductor en un sujeto hostil, agresivo y hasta peligroso (Centro de Reconocimiento del Conductor, 2007). Los expertos y los propios motoristas reconocen que en Colombia, no hay un control efectivo sobre sus condiciones físicas y psicológicas, en las que se ejerce este oficio. En efecto, el mejor trabajador para el cargo de conductor de bus resulta ser agresivo, astuto, alguien que no respeta las normas de tránsito y que tiene poco cuidado del bienestar de los pasajeros, debido a la forma en que está estructurado el servicio, y la manera en la que se ofrece, lo cual hace que se requiera un trabajador que piensa fundamentalmente en ganar la "guerra del centavo" (Urrutia, 1981).

Esta situación se debe a cómo se estructura el sistema "tradicional" de transporte en Bogotá, en el cual la relación fundamental del negocio se establece entre el propietario del vehículo y su conductor, con poca o ninguna intervención de las compañías. El propietario del bus se convierte en un empresario con casi total autonomía para negociar con el conductor las formas en las cuales se llevará a cabo la operación del vehículo, así como las condiciones salariales que imperarán. En consecuencia, los salarios están determinados por el número de pasajes que venda el conductor pues un porcentaje de estos constituye su ingreso diario. Esta forma de pago a destajo da origen a una competencia muy marcada, en donde los

conductores luchan por hacer el mayor número de pasajeros rivalizando con compañeros, de otras y de su propia empresa, pues de ahí depende el monto de su ingreso. Como consecuencia estos trabajadores conducen de manera agresiva, lo que los lleva a acelerar y sobrepasar restricciones de velocidad, desobedecer las señales de tránsito, irrespetar los paraderos para recoger y dejar pasajeros.

En el mismo sentido, las rutas de buses cumplen amplias extensiones de la ciudad de tal manera que algunos recorridos pueden durar hasta cuatro horas, como ese tiempo de rutas no está claramente establecido dependerá de los conductores que tan rápido o lento sean para realizar el recorrido, del número de otros vehículos que estén compitiendo en la ruta y del número de pasajeros que se hayan recogido durante el recorrido. En consecuencia de estas condiciones de trabajo, todas las actividades que el conductor tiene que desarrollar indican que este debe ser agresivo, trasgresor de las normas y astuto para que sea exitoso.

Al mismo tiempo el ruido se incrementa debido a que los conductores viven pegados del pito, el cual en Colombia se utiliza para diferentes cosas no relacionadas con advertencias en el tráfico, puede ser usado desde mostrar el optimismo por el simple hecho de manejar un carro hasta demostrar irritación y mal genio, cuando la luz del semáforo cambia para el verde y los vehículos que se encuentran delante, aún no se han movido o simplemente hacer ruido. Tanto los conductores de servicio público como los de vehículos privados son víctimas pero también parte de la problemática, ya que en muchas ocasiones este aparato es utilizado por los mismos como medio para expresar sus frustraciones al problema de movilidad de la ciudad.

Este aparato para producir señales acústicas de intensidad, como lo llama el código de Tránsito- **solo es utilizable "para prevención de accidentes y para casos de emergencia"**. No obstante, el típico conductor Bogotano no toma en cuenta al resto de los ciudadanos, cree que las personas que utilizan el espacio no existen o son invisibles y lo utiliza de manera excesiva, lo cual crea un martirio en las personas que soportan este ruido, peatones, conductores y aquellas que viven cerca a Avenidas de mediano o alto tráfico.

Sin embargo esta conducta no es sancionada porque aunque, a menos que se trate de casos de emergencia o de prevenir accidentes, no hay infracciones por este tipo de comportamiento, lo más cercano es una norma del tránsito de Bogotá que califica como infracción "la instalación y uso de un dispositivo o accesorios generadores de ruidos tales como sirenas, alarmas, válvulas, resonadores y tipos

adaptados a los sistemas de bajo y de frenos de aire, el uso de resonadores en el escape de gases de cualquier frente móvil, el uso de cornetas y el no contar con un sistema de silenciador en correcto estado de funcionamiento”.

Por otro lado, las motos ocupan el mismo espacio vial que el de un automotor, y no cumplen con las mínimas reglas de conducción, por el contrario, transitan sobrepasando los límites de velocidad, invaden constantemente diferentes carriles, sobrepasan por distintos sentidos de circulación, invaden el espacio público y efectúan constantes “zigzagueos” que perturban y ponen en peligro no solamente su propia marcha, sino la de los automotores.

8.9 MEDIDAS DE RESTRICCIÓN VEHICULAR Y DÍA DE NO CARRO

8.9.1 PICO Y PLACA

Es una medida de control para facilitar el tránsito en Bogotá y disminuir la contaminación ambiental, debido a los problemas de movilidad presentados en la ciudad desde finales de la década de los 90. El gobierno local decidió implementar en 1998 una restricción de circulación para vehículos particulares, con el fin de mejorar la movilidad urbana y la calidad ambiental. Ésta restricción consistía en sacar de circulación al 20% del parque automotor diario durante las horas de mayor volumen de tráfico, sin embargo los niveles de congestión vehicular han llegado a tal punto, que para el año 2001, se prohíbe la circulación durante 14 horas al día del 40% de los vehículos particulares y del 20% de los de servicio público (Ríos, 2006).

El Pico y Placa fue una medida relativamente fácil de implementar y dio resultados a corto plazo; sin embargo, en el mediano plazo perdió cierta eficacia teniendo en cuenta que incidió en el incremento de la adquisición de vehículos dados los bajos precios en el mercado y teniendo en cuenta que muchas familias estaban dispuestas a invertir en otro automóvil para evadir la restricción. La dependencia del vehículo particular (por razones culturales, económicas, ausencia de oferta de transporte público de calidad) tiene una correlación directa con el incremento del parque automotor (BCV, 2008).

8.9.2 DÍA DEL NO CARRO

El 29 de febrero de 2000 se celebró en Bogotá la primera jornada denominada “Sin mi carro en Bogotá”, en la que, al igual que en experiencias similares llevadas a cabo en muchas ciudades de Europa, la ciudad funcionó durante un día laboral sin la circulación de automóviles. El objetivo de la jornada fue propiciar una reflexión que permitiera imaginar una nueva ciudad, más humana y sostenible (Montezuma, sf). El día sin no carro hace parte de una propuesta de cambio de mentalidad, en este sentido es uno de los retos más importantes que ha dado marcha durante las últimas administraciones ya que implica una transformación radical en el tipo de la ciudad y ciudadanía que se venía construyendo hasta el momento. El vehículo individual se estaba privilegiando por los sucesivos gobiernos a pesar de ser tradicionalmente minoritario.

En los monitoreos de ruido realizados en el 2008 y 2009 durante la jornada de día sin carro se llegó a la conclusión que en algunos ejes viales la disminución de ruidos es pequeña. Por consiguiente se estima que los vehículos particulares no generan un gran aporte al ruido ambiental, sin embargo en vías como la Avenida Jiménez, la Avenida Circunvalar, la Avenida Boyacá y la Avenida Ciudad de Cali, la disminución fue más alta, lo cual indica que el tráfico vehicular tiene un aporte equivalente al ruido de fondo generado por el transporte público y de carga.

También se observó que en toda la ciudad el tránsito de motocicletas incrementan de manera significativa los niveles de ruido generados por fuentes móviles, se comprobó que a mayor velocidad de desplazamiento de los vehículos aumenta el nivel de ruido por la exigencia realizada a los motores y el mayor contacto de las llantas con la superficie de rodadura.

9 RECOPIACIÓN DE METODOLOGÍAS Y GUÍAS EXISTENTES Y UTILIZADAS PARA LA EVALUACIÓN DE RUIDO AMBIENTAL Y POR TRÁFICO RODADO

En esta etapa se realizó la recopilación de metodologías o criterios metodológicos de evaluación de impacto ambiental para ruido ambiental y algunas específicas para ruido por tráfico desarrollados a nivel nacional o internacional.

Se realizó una búsqueda principalmente en el tema a nivel institucional, las entidades de medio ambiente y tráfico de distintos países como Australia, Estados Unidos, Japón, China, Canadá y en Latinoamérica Chile, los cuales tienen guías específicas para evaluar el impacto ambiental generado por el tráfico rodado en sus países con el fin de alcanzar un equilibrio entre el suministro de la infraestructura vial eficiente y el control de los impactos ambientales que se generan a partir de la misma. Igualmente se consultaron las guías de ruido urbano de la Organización Mundial de la Salud, la norma ISO 1996/3 referida al ruido ambiental, y los trabajos realizados por el grupo de investigación CIRQ de la Comisión Europea y los proyectos de movilidad sostenible SILENCE y SMILE, documentos en los cuales se encuentran criterios y recomendaciones en cuanto a mediciones, gestión y manejo del ruido por tráfico rodado.

Por otra parte se realizó consulta a diferentes consultores ambientales que han realizado mediciones de ruido por tráfico en Bogotá para diferentes proyectos y para entidades como la Secretaría de Movilidad y la Secretaría Distrital de Ambiente. Dentro de estas consultas se trató tres temas fundamentalmente: factores que están generando ruido en la ciudad de Bogotá, procesos de medición en cuanto equipos, tiempos de muestreo, horarios, ubicación de sonómetros etc. y observaciones a la actual norma de ruido nacional resolución 0627 del 2006. De estas consultas se obtuvo la siguiente información.

9.1 SISTEMATIZACIÓN DE METODOLOGÍAS

- Environmental criteria for road traffic –noise Metodología de la EPA de Australia.
- Guías de ruido urbano de la Organización Mundial de la Salud.

- Libro verde Política futura contra el ruido, en el cual la Comisión europea reestructura el conjunto de la política comunitaria al respecto.
- Ontario Road Noise Analysis Method for Environment and Transportation Metodología de Ottawa Canadá.
- Highway administration highway traffic noise analysis and abatement policy and guidance- Metodología de la Federal Highway Administration –FHWA, Estados Unidos.
- Transit noise and vibration impact assessment, Federal Transit Administration, Estados Unidos.
- Norma ISO 1996/3 descripción y evaluación del ruido en ambientes comunitarios.
- Mitigation Measures against Road Traffic Noise in Selected Places, metodologías usadas en Japón, Taiwan, NSW the State of New South Wales (NSW) en Australia, California, Estados Unidos, Hing Kong para la evaluación de impacto ambiental por ruido generado por tráfico y las medidas de mitigación de ruido propuesta en estos lugares.
- Road traffic Noise Assesment- Metodología para el impacto de ruido por tráfico- Gobierno de Queensland, Australia.
- Recomendaciones del grupo CIRQ de Europa para la evaluación de ruido ambiental CIRQ EUROPA Working Groups on the request of the European Commission's Services.
- Guías para la evaluación de impacto de ruido ambiental- Comisión Nacional del Medio Ambiente - Conama –Chile.

En Colombia se consultaron las diferentes metodologías realizadas por consultores ambientales que han trabajado el tema de ruido específicamente el generado por el tráfico. Sin embargo, se presentan sólo dos metodologías, las más completas encontradas las cuales se realizaron para las evaluaciones por contaminación de ruido en la localidad de Fontibón y Puente Aranda.

Éstas se realizaron en convenio entre la Secretaria Distrital de Ambiente y la Universidad INCCA. De igual manera, se revisaron las normas colombianas NTC 3520-3521 y 3522 dirigidas a la evaluación y medición de ruido ambiental.

Al revisar las metodologías se encontraron unas etapas en común para la evaluación de impacto ambiental de ruido generado por el tráfico rodado. A continuación se presenta el esquema que resume las cinco etapas identificadas en las metodologías revisadas:

GRÁFICA 12 ETAPAS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE RUIDO POR TRÁFICO



Fuente: propia.

Al identificar estas etapas se realizó una matriz comparativa entre las diferentes metodologías (ver anexo 1 digital) para revisar puntos de convergencia y divergencia entre las diferentes etapas, encontrando lo siguiente:

TABLA 3 PUNTOS DE CONVERGENCIA Y DIVERGENCIA DE LAS METODOLOGÍAS REVISADAS

ETAPAS	PUNTOS DE CONVERGENCIA	PUNTOS DE DIVERGENCIA
<p>Determinar Usos del suelo y clasificaciones de area, alrededor de las areas a lo largo de la vía.</p>	<p>En esta etapa todas las metodologías convergen en realizar primero una descripción del área y de las fuentes generadoras de ruido, identificando los usos del suelo.</p>	
<p>Límites de ruido(Criterios)</p>	<p>Todos los países tratan de seguir las recomendaciones de las guías para ruido urbano de la Organización mundial de la salud la cual establece unos valores guía para cada ambiente específico, para establecer los límites de ruido. Con base en la información y recomendaciones generadas por la OMS se han establecido normas de calidad acústica y, estas han servido de información base para establecer legislaciones en el tema de los diferentes países, la OMS ha fijado 50 dB como valor guía para la molestia de ruido a la cual está expuesta la mayoría de gente adulta. Los criterios de ruido más estrictos están establecidos para zonas sensibles como son las de uso residencial, hospitales, colegios , iglesias, hoteles y centros deportivos bajo el principio que dentro de estas áreas se realizan actividades que no deben ser indebidamente perturbadas. Los criterios son más exigentes para las nuevas autopistas o vías arteriales que para las existentes.</p>	<p>No hay límite de ruido internacional uniforme para el ruido del tráfico. A través de los diferentes lugares del mundo se han adoptado límites de ruido diferente que consideran circunstancias y respuestas locales de las comunidades al ruido. En este punto las metodologías difieren ya que en cada país se establece límites de ruido dependiendo de sus conocimientos en el tema y sus posibilidades de cumplir la normatividad. Los criterios diurnos para ruido generado por tráfico se extienden a partir de 55 a DB 75 (A), mientras que los criterios nocturnos se extienden a partir de 45 a DB 65 (A).</p> <p>En los países donde el criterio se toma a partir de 24 horas, los periodos diurnos varían entre 14 y 16 horas y el periodo nocturno entre 8 y 10 horas, varían de un país a otro, y a veces entre las regiones de un país, esto se puede explicar en parte a la diferencia que existe en las horas de dormir entre un país y otro. Algunos criterios se establecen para límites de ruido en las áreas fuera de las viviendas (outdoor) y algunos se definen para las áreas dentro de las viviendas(indoor).</p>

Fuentes: Propia

ETAPAS	PUNTOS DE CONVERGENCIA	PUNTOS DE DIVERGENCIA
Monitoreos de ruido	<p>El descriptor del ruido usado por la mayoría de los países a defina los criterios del ruido es Leq. En todas las metodologías se usa la ponderación de frecuencia A. Tiempos mínimos de medición desde 15 minutos. La mayoría de metodologías considera la altura indicada para medir de 1,2 a 1.5 metros del suelo. Cuando se realizan mediciones dentro de los edificios se recomienda tomar a diferentes alturas. Las mediciones de ruido de tráfico es mejor realizarlas cerca de los receptores de ruido de tráfico que de la vía. Se debe tener en cuenta las condiciones atmosféricas y deben registrarse durante la medición.</p>	<p>Diferencia en descriptores de ruido la mayoría de metodologías usa como descriptor LA eq, algunas usan adicionalmente valores percentiles como son L10 L90 y en algunas metodologías se usan otros descriptores como el Lmax y SEL entre otros. Indicadores como Lden y Lnight son utilizados en las relaciones dosis-efecto propuestas para su uso en los Estados miembros de la comisión Europea como parte de la información a incluir en los mapas estratégicos de ruido.</p> <p>Los tiempos de medición son muy variados: van desde monitoreos de 24 horas hasta medir durante la hora más ruidosa, los tiempos de medición están relacionados con el propósito de la evaluación, Intervalos de tiempo a largo plazo para planificación del uso del suelo(3 meses, 6 meses 1año) e investigaciones en los efectos del ruido en la población.</p> <p>La posición del micrófono también varía en las distintas metodologías, distancias de la fachada de los edificios varían entre 1 y 3 metros y en algunas metodologías se toman las distancias con relación a la vía.</p> <p>Las jornadas de medición diurnas y nocturnas varían algunas son más extensas y otras más cortas, están relacionadas con los criterios establecidos por la legislación de cada país. En Europa se proponen tres jornadas de medición, la jornada diurna, la de la tarde (periodo de transición entre el Día y la Noche, normalmente de 2 a 3 horas de duración) y la noche en el horario donde generalmente la gente duerme.</p>
Receptores de ruido.	<p>Identificar a los posibles receptores de ruido por tráfico, lo más importante en esta etapa es identificar claramente cuál es la población expuesta al ruido por tráfico y especialmente en las zonas que son sensibles como colegios, hospitales, residencias, bibliotecas , iglesias , guarderías etc.</p>	<p>Diferentes formas de identificar a la población en riesgo, mediante uso de tecnologías de los sistemas de información geográfica SIG, mapas de ruido, diagramas, fotos entre otros.</p>
Volumen y velocidad de trafico.	<p>En la mayoría de metodologías se obtiene el volumen la composición y la velocidad proyectados de tráfico analizado por lo menos en los períodos 7 am-10 P.M. y 10 pm-7am. Lo importante es que el volumen del tráfico sea representativo de las condiciones normales de operación de la vía. Además que se tenga en cuenta si el tráfico es alto o bajo ya que estas condiciones cambian los niveles de ruido por tráfico, al existir congestión puede aumentar el ruido de los vehículos y al haber un tráfico bajo los vehículos aumentan la velocidad lo que hace que haya una mayor interacción entre el neumático y el pavimento aumentando los niveles de ruido.</p>	<p>Algunos de estos datos son obtenidos por información secundaria y otros por aforo(conteo). Algunos modelos predictivos usan datos de flujo vehicular diario mediante MDTD (Densidad de Tráfico Media Diaria) promedio anual diario de los vehículos que pasan por un segmento de camino o ADT (Tráfico Medio Diario) o IMD el cual es un valor único que representa el promedio de vehículos que circulan por una calle en un día de 24 horas. En algunos modelos europeos se hace el conteo de vehículos para cada de uno de los tres jornadas que establecen en las normas : diurno, paso entre diurno-nocturno y nocturno .</p>

ETAPAS	PUNTOS DE CONVERGENCIA	PUNTOS DE DIVERGENCIA
Calculo de niveles de ruido.	Los métodos de cálculo se utilizan en términos de cálculo y predicción de niveles de ruido por tráfico, cálculo para estimar niveles de ruido existentes cerca de la vía evaluada, predicción para estimar y proyectar niveles futuros de ruido en la vía evaluada. Los métodos de cálculo más usados en las metodologías son el modelo inglés CORTN Calculation of Road Traffic Noise y el modelo estadounidense TNM de la Federal Highway Administration.	Existe una amplia gama de métodos para evaluar niveles de ruido por tráfico disponibles en el mundo, desde modelos de cálculo sencillos hasta complejos modelos software y simulación. Lo importante es que el modelo que se use se evalúe, calibre y valide para las condiciones específicas locales.
Evaluación del impacto acústico	En las metodologías se trata de hacer una interpretación de la importancia de los impactos acústicos, por medio de la comparación de los criterios diurnos y nocturnos establecidos en la normatividad de cada país.	Diferentes sistemas de clasificación de los impactos de ruido, en los cuales se tiene en cuenta cantidad de DB en los cuales se exceden los criterios de ruido establecidos en las normatividades, población expuesta y áreas definidas como sensibles. Igualmente se hacen comparaciones de los niveles de ruido esperados a diferentes horizontes de proyección 5 a 10 años.
Donde los niveles de ruido calculados exceden los niveles de ruido ambiental permisibles, investigar formas medidas para la disminución del ruido.	Se considera que la gestión del ruido necesita un enfoque interdisciplinario, en el cual la participación de diferentes actores desde el gobierno hasta la población es fundamental en el camino hacia la solución. Es necesario trabajar en tres componentes en la fuente generadora del ruido (vehículos), el camino entre la fuente y el receptor, y el receptor. Un elemento popular para la mitigación de ruido por tráfico son las barreras acústicas usadas en Europa, Japon, Taiwan, Hong kong y Australia. Sin embargo se reconoce que el punto fundamental para disminuir el ruido por tráfico está en la fuente.	En esta etapa de la metodología existe gran divergencia entre las propuestas para mitigar el ruido del tráfico debido a que dependen de las condiciones locales de recursos locales, planeación de la ciudad, tecnología y condiciones locales de cada sitio. Distintos instrumentos se proponen por los diferentes países, instrumentos regulatorios, enforcement, policivos, económicos, técnicos, programas de información y educación a la población entre otros. Al igual que se sigue promoviendo la investigación de nuevas estrategias para disminuir el ruido por tráfico.
Estudios de costo efectividad de tomar o no las decisiones para mitigar el ruido por tráfico.	Análisis de costos beneficios de implementar medidas de mitigación de ruido, el cual ayudara a tomar decisiones a los actores. En este punto algunas metodologías consideran fundamental tener en cuenta el punto de vista de la comunidad en el tema.	En Europa se propone mediante el libro de política futura contra el ruido realizar estudios economicos de costes exteriores del ruido y estudios de desvalorización de propiedades en función de la exposicion de ruido.
Efectos del ruido en la salud, encontrar relaciones dosis respuesta, las cuales también pueden ser utilizados para establecer limites.	En esta etapa se considera realizar encuestas de percepción de ruido al tráfico lo que ayuda a establecer relaciones entre el ruido y efectos adversos en la salud de la población, esto es fundamental ya que la percepción de los ciudadanos puede diferir considerablemente de lo que indique el análisis cuantitativo. La Organización Mundial de la salud establece la importancia de realizar estas encuestas para establecer límites de ruido, zonas sensibles y medidas de mitigación adecuadas con el fin de proteger la salud de la población.	Diferentes métodos para valorar las relaciones dosis respuesta que es el método más común para establecer efectos adversos en la salud de la población. En la comunidad europea se considera de vital importancia en este punto los mapas de ruido como herramienta fundamental para el diagnóstico, la prevención y el control.

9.2 CONSULTA A EXPERTOS

Se realizó consulta a expertos en tres temas principalmente: factores de ruido por tráfico en Bogotá, procesos de medición del ruido generado por el tráfico, y observaciones a la actual norma de ruido en Colombia la resolución 0627 del 2006 del MAVDT, esta consulta se hizo a tres consultores ambientales los cuales tienen amplia experiencia en el tema y han trabajado en diferentes proyectos para la Secretaria Distrital de Ambiente y Secretaria Distrital de Movilidad. De esta consulta se concluye:

9.2.1 Factores de ruido en la ciudad por tráfico

- Congestión ocasiona mayores de ruido debido al arranque y frenado de los vehículos en cortos tiempos, además del aumento del uso de la bocina.
- Patrones de conducción: la agresividad e irritabilidad en las vías, falta de cultura ciudadana, irrespeto a los demás usuarios de las vías, imprudencia de los peatones.
- Vías en muy mal estado, lo que ocasiona que los vehículos deban estar frenando y arrancando.
- Los vehículos que mejor mantenimiento tienen son los pesados, hay que enfocarse en los semipesados que son los más ruidosos.
- Usos del suelo: es necesario un estricto control sobre el uso del suelo de tal forma que nuevas urbanizaciones, centros educativos y hospitales estén a una distancia considerable de las principales vías de mayor flujo vehicular en la ciudad.

9.2.2 Procesos de medición

- **Equipos**

Dependiendo del objetivo de la medición se escogen los equipos para realizar las mediciones:

Las mediciones se clasifican en tres clases: clase 1 medición de referencia con un error máximo aceptado de 1.5 dB(A), clase 2 o pericial con un error aceptado de 1.5dB(A) a 3 dB(A), clase 3 medición de control con un error aceptado de 3 a 6 dB(A). Para estudios de referencia deben utilizarse tipo 1 que admite en el monitoreo un error muestral de 1.5 dB(A).

Equipos más utilizados Quest 2900 (Data Logger): en estos equipos se puede configurar para medir de manera continua el tiempo que se programe.

Respuesta rápida es la que se usa para fuentes móviles.

Equipos de tiempo real: mientras hacen el análisis de frecuencia en tiempo real en bandas de 1/3 de octava se mide el nivel de ruido total.

Protección para condiciones ambientales difíciles, pantalla anti-viento.

- **Estrategia de medición**

Para vías amplias como serían las V-0 y V-1 como la carrera 30, avenida 68, Avenida Boyacá, Autonorte, se utiliza la estrategia de cambio de micrófonos por dirección colocando sonómetros en zigzag a cada costado de la vía ya que el ruido varía en estos costados, la evaluación de ruido se hace para 1 km.

Para vías estrechas se colocan sonómetros de manera lineal.

- **Tiempos de medición**

Igualmente depende los objetivos de las mediciones con la situación de tráfico de la ciudad en la que predomina el desorden y la congestión 5 minutos no son representativos, Intervalos mínimos de mediciones de 15 minutos o más debido a que eventos del tráfico como pitos bocinas, agresividad de los conductores, congestión, pasos de ambulancia, aviones entre otros puede generar interferencia en las mediciones, por lo cual se necesitan períodos más largos para que sea representativo.

Pero se considera que con una hora de medición continua se puede obtener mejor precisión estadística, muestras representativas con alto grado de confiabilidad, mínimo una hora, en horas de flujo vehicular valle y pico.

Es difícil establecer las horas de más ruido en la ciudad porque en las horas pico y valle se pueden presentar niveles de ruido similares o incluso niveles de ruido más altos para las horas valle.

Es muy importante hacer una observación del panorama y escenario del área a evaluar. De ahí es donde se obtiene los datos que nos ayudan a explicar los descriptores de ruido.

- **Horarios**

Para hacer análisis de impacto en la salud de los receptores, evaluaciones de referencia línea base, establecimiento de criterios de ruido para tráfico, se recomiendan mediciones de 24 horas, con el fin de cubrir todo el periodo ya que se está sobrevalorando los periodos y es importante integrar día y noche.

En el horario nocturno se protege el descanso y confort de la población. Cuando por razones económicas no se pueda medir durante las 10 horas de período nocturno, se debe medir en horarios cuando la gente se está quedando dormida y en las horas sueño profundo. Se considera tiempo muerto de medición de 1 a 4 en donde aparece de nuevo la contaminación por ruido generada por tráfico.

Días normales de medición de lunes a viernes, el sábado se considera día atípico debido a que se levanta la restricción vehicular de pico y placa, por lo cual este es un dato que se sale de los datos estadísticos. Sin embargo para el propósito de evaluación de impacto por ruido en la población sería importante evaluar este día.

- **Ubicación de sonómetros.**

Se ubican más cerca de las fachadas que de la vía, aunque la diferencia entre el medir cerca al receptor o cerca al vía es mínima debido a que las vías son estrechas y las viviendas se encuentran pegadas a las vías, pero se debe ubicar al menos a 1.5 m de la vía para evitar coleccionar un doble impacto de ruido. El sonómetro debe ubicarse en dirección de la vía.

El sonómetro se coloca a una altura entre 1.2 a 1.5 metros, se mide a 1.5 preferiblemente para hacer comparaciones a nivel internacional, cuando se requiere el ruido llantas versus superficie frente a una institución se utilizan alturas de 30 cm (hospitales, guarderías, geriátricos etc.).

- **Descriptores importantes a usar**

Promedio LAeq, Lmax, Lmin, L10, L90, TNI.

Descriptor interesante de usar debido a que tiene en cuenta la variación de los niveles sonoros observados, en un intento para mejorar la correlación entre las medidas del ruido del tráfico y la respuesta subjetiva frente al ruido.

- **Modelos de predicción de ruido**

Los modelos no se ajusten a las condiciones locales, se debe revisar la información que alimenta estos modelos y establecer si está disponible.

Se deben ajustar a:

- a. La superficie de rodadura de la ciudad de Bogotá no es igual a las superficies de rodadura bases del modelo.
- b. Los tipos de vehículos y las condiciones de estos en la ciudad de Bogotá ya que no son las mismas a las presentadas para la construcción de los modelos.

De ahí que se deba realizar un análisis estadístico para determinar cuál modelo estima mejor el comportamiento de los Leq medidos en terreno y realizar los ajustes al tipo de vehículos de la ciudad, al tipo de pavimento usado en la ciudad y la caracterización meteorológica del entorno.

- **Receptores**

La importancia de las mediciones de ruido es establecer el impacto que éste tiene sobre el bienestar de la población. La zona más sensible dentro del área evaluada predetermina que control se debe hacer, por lo cual debe tener una prelación frente a los demás.

Todo se hace en el marco del POT identificación de las zonas del área evaluada vivienda, comercio, industria, institucional, Mixto.

9.2.3 Observaciones a la resolución 0627 del 2006.

Establece que se debe hacer correcciones de tono impulso L10, L90 por lo cual estos datos deben ser registrados

Las correcciones se hacen de acuerdo a la resolución 0627 del 2006. Sin embargo castigar una medición con 6 dB es muy arbitrario. Las correcciones son mas generadas por tono e impulso.

Medir en las 5 direcciones (norte, sur, vertical, occidente, oriente) es innecesario ya que haciendo las comprobaciones los errores son muy pequeños hasta de 0.2 dB. Y genera mayores tiempos de medición y más costos para la medición. Además, los ingenieros de casas fabricadoras de sonómetros como Quest y Bruel Kjaer consideran esto innecesario ya que los micrófonos de los sonómetros son omnidireccionales.

No hay un capítulo específico para la medición de ruido ambiental por tráfico vehicular y del manejo de mediciones en las vías, por lo cual se presenta mucha variabilidad en las diferentes mediciones de realizadas por cada entidad.

- **Gestión**

La Secretaria de Transito y Ambiente no trabajan en conjunto para mejorar la situación de ruido por tráfico en la ciudad, debe haber un líder que pueda hacer la conglomeración de información estudios y liderar las propuestas para realizar la descontaminación acústica de la ciudad.

Generan estudios y mediciones pero no hay propuestas de gestión en el tema. Se están enfocando en las mediciones pero que están haciendo con esta información.

10 PROPUESTA DE GESTIÓN

PROPUESTA DE GESTION

LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL DE RUIDO POR TRÁFICO RODADO MOTORIZADO

Objetivos y Metas	
<p>Política: Movilidad sostenible en el marco del desarrollo urbano. Decreto 319 del 2006 Adopta el Plan Maestro de Movilidad para Bogotá Distrito Capital</p> <p>Metas</p> <ul style="list-style-type: none"> Estructurar el ordenamiento urbano regional, <i>región Cundinamarca-Bogotá</i>. Reducir niveles contaminación Mejorar la accesibilidad hacia y desde los sectores periféricos. Disminuir los tiempos de viaje Incrementar la seguridad vial 	 <p style="text-align: center;">Planeación Urbana- desarrollo urbano</p> <p style="text-align: center;">Infraestructura Obras físicas</p> <p style="text-align: center;">Operacional regulatorias ↔ Social Cultural</p>
IMPACTOS A CONTROLAR	
IMPACTOS AMBIENTALES	GRANDES PROYECTOS
<p>Los planes y políticas de movilidad sostenible buscan un equilibrio entre la contribución al desarrollo económico que aporta el transporte y la limitación de los impactos ambientales. Debe limitar las emisiones y residuos dentro de los límites que tiene el planeta para absorberlos, minimiza el consumo de recursos no renovables, reutiliza y recicla sus componentes y minimiza el uso de suelo y la generación de ruido.</p>	<p>SITP, Metro, Transmilenio fase III tren de cercanías.</p>
Lugar de Aplicación	Población Beneficiada
BOGOTÁ	POBLACIÓN DE LA CIUDAD Y SUS ALREDEDORES
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN Personal Requerido	
<p>- Entidades</p> <ul style="list-style-type: none"> Secretaría de la Movilidad (STT) <p>ENTIDADES ADSCRITAS</p> <p>Instituto de Desarrollo Urbano IDU. Fondo de Educación y Seguridad Vial - FONDATT. Unidad Administrativa Especial: Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial.</p>	

ACCIONES A DESARROLLAR

Estrategias

ADMINISTRACION	infraestructura	Vehículos	personas	Mejorar la calidad del sistema de transporte Publico y consolidar el transporte masivo	RESOLVER PROBLEMATICAS
				Pacificar el tránsito, Uso racionalizado del automóvil	
				Mejorar malla vial y realizar mantenimiento periódico	
				Controlar motos, circulación y estacionamiento	
				Reducir los niveles de contaminación ambiental por fuentes móviles	
Realizar programas de participación, educación y cultura ciudadana					

PROPUESTA PARA REDUCIR NIVELES DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO DEL TRÁFICO RODADO

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL POR TRÁFICO RODADO: La EIA se presenta como un instrumento de la gestión ambiental que provee información y un marco común de actuación que permita hacer comparaciones a nivel internacional y desarrollar los planes, programas y proyectos preventivos y correctivos de los impactos ambientales de situaciones existentes y futuros proyectos urbanos y de movilidad.

Estas evaluaciones deben contemplar los siguientes aspectos

- Definición de una línea base (clasificación de vías, áreas sensibles, factores de generación de ruido, identificación de todos los posibles receptores de ruido).
- Determinación de los criterios de ruido que aplican para cada sección de la vía.
- Campañas de mediciones para determinar niveles de ruido, uso modelos de cálculo para predicción de niveles de ruido.
- Evaluación de impacto de ruido teniendo en cuenta área y población expuesta a este y presencia de zonas sensibles dentro del área evaluada.
- Cálculo del volumen, composición y velocidades del tráfico proyectadas a cierto periodo de tiempo.
- Recomendaciones para las medidas de mitigación.
- Análisis de costos-beneficio de las medidas de mitigación.
- Encuestas de percepción de la respuesta al ruido de la población para comparar si esta coincide con los niveles de ruido obtenidos y con los establecidos en las normas, esta

información debe ser tenida en cuenta dentro de la evaluación de los impactos de ruido y las propuestas para la mitigación del mismo.

TOMAR DECISIONES DIFERENTES ACTORES

Esta herramienta genera información que permita la toma de decisiones por parte de los actores orientada a que el desarrollo sea satisfactorio y sustentable desde el punto de vista ambiental en diferentes aspectos: infraestructura, operacional (planeación y política) y cultural.

MARCO DEL DESARROLLO URBANO INTEGRADO CON LA PLANIFICACIÓN URBANA



Cronograma

Las evaluaciones se deben realizar antes de los proyectos que se ejecutarán dentro del plan maestro de movilidad de la ciudad. Cuando se encuentren en funcionamiento estos proyectos se deben realizar seguimientos ambientales, regularmente para identificar si las medidas de prevención y mitigación están funcionando. Al igual que se deben realizar estas evaluaciones de impacto ambiental en situaciones existentes para generar planes de acción contra el ruido en diferentes zonas de la ciudad.

Alcance presupuestal

.El decreto 190 del 2006 establece que se debe procurar la sostenibilidad financiera y de recursos para los proyectos del Plan Maestro de Movilidad. El Sector Movilidad tiene la misión de garantizar la planeación, gestión, ordenamiento, desarrollo armónico y sostenible de la ciudad en los aspectos de tránsito, transporte, seguridad e infraestructura vial y de transporte.

11 LINEAMIENTOS

En el siguiente capítulo se establecen los lineamientos para la evaluación de impacto ambiental de ruido por tráfico para la ciudad de Bogotá, definiendo el alcance que estos deberían tener para alcanzar una movilidad sostenible.

El objetivo de Evaluación de Impacto Ambiental es proporcionar los elementos para que la toma de decisiones esté orientada a que el desarrollo sea satisfactorio y sustentable desde el punto de vista ambiental. De esta manera, las posibles consecuencias ambientales se puedan detectar en una etapa temprana de los proyectos, además de poder identificar impactos y seleccionar alternativas de solución a situaciones ya existentes, indicando formas de prevenir, mitigar, corregir o compensar los efectos desfavorables en el ambiente (Salas y Gliser, 1998). En el caso de la EIA de ruido el propósito es proteger la salud de los/as ciudadanos/as debido a los efectos negativos que éste tiene en la salud de la población.

Se tomó como base la información consultada en las diferentes metodologías y la consulta realizada a expertos, se discute su aplicabilidad en Bogotá y los factores definidos en el análisis de la situación de ruido por tráfico en la ciudad y se establecen las responsabilidades de los diferentes actores involucrados en esta problemática ambiental.

Se analizó cada etapa de las definidas como base para las evaluaciones de impactos ambientales sonoros (gráfica 12).

11.1 DETERMINAR LA LÍNEA BASE DEL ÁREA DE INFLUENCIA

La línea de base para vías existentes es una descripción detallada del área de influencia de ahí su importancia, esta descripción debe representar en forma fiel la interacción entre la fuente de ruido (generadora del impacto) y su área de influencia (zona afectada por la fuente). De esta forma la línea base debe describir correctamente esta relación, de ello depende tanto la cantidad de muestras como los descriptores a usar (Salas y Gliser, 1998).

De tal manera que se debe identificar la malla vial del área de influencia, determinar el tipo de vía y su ubicación, las vías con mayor flujo vehicular, las zonas con usos sensibles y las principales fuentes de ruido por tráfico en el área.

11.1.1 Clasificación de las vías

El Sistema Vial está constituido por cuatro mallas jerarquizadas y relacionadas funcionalmente, y por las intersecciones entre las mismas, a saber:

La malla vial de Bogotá está compuesta por la malla vial arterial, intermedia y local, la ciudad cuenta con 14.780 kilómetros de carril de vías, de los cuales el 19% corresponde a la malla vial arterial, el 27% a la malla vial intermedia y el restante 54% a la malla vial local (Veeduría Distrital, 2009).

- La malla vial metropolitana, está compuesta por una red de Avenidas que permiten la accesibilidad a todos los sectores de la ciudad comprendidos entre la perimetral del centro (Avenida Ciudad de Quito, NQS) y la Avenida Longitudinal de Occidente (ALO), desde el norte hasta el sur, la cual es el soporte básico para los diferentes modos de transporte masivo, las troncales de buses y las principales Ciclo Rutas (Veeduría Distrital, 2009).
- La Malla arterial complementaria está compuesta por una red de vías que permite la accesibilidad y fluidez del tráfico al interior de los sectores conformados por la malla vial principal y determina la dimensión y forma de la malla vial intermedia, la cual se desarrolla en su interior, siendo el soporte básico para el transporte privado y para las rutas alimentadoras de los sistemas de transporte masivo (Veeduría Distrital, 2009).
- La Malla vial intermedia está conformada por vías en cuyo interior puede existir una vía parque como elemento ordenador del proceso de urbanización, en donde se debe contemplar el diseño específico para las intersecciones y giros respecto a las vías de la malla arterial principal y complementaria.
- La Malla Vial Local está conformada por vías en donde debe existir como mínimo una vía que garantice la accesibilidad a las edificaciones que se construyan sobre las áreas útiles resultantes de la urbanización (Veeduría Distrital, 2009).

11.1.2 Definir áreas con usos sensibles al ruido

Las zonas son consideradas sensibles debido a que dentro de estas se realizan actividades que el ruido puede interrumpir, lo cual genera molestias en la

comunidad. En general, la población es altamente perturbada cuando el ruido interfiere en actividades como dormir, escuchar la radio, ver televisión o actividades que requieren concentración como estudiar o trabajar (OMS, 1999). De ahí que identificar estas zonas que estén contiguas a las vías es muy importante, ya que esto estructura procedimientos específicos para definir las pautas de cómo, cuándo, dónde y cuántas mediciones serán necesarias realizar por tramos segmentados (Salas y Gliser, 1998).

La evaluación de impacto ambiental se lleva a cabo en un área alrededor o contigua a la vía, esta área debe ser cuidadosamente especificada. En ésta se deben identificar residencias, hospitales, librerías, iglesias, colegios, centros deportivos, hoteles, edificios institucionales, etc. También se debería tener en cuenta el futuro desarrollo que pueda tener la zona, evaluar el nivel de ruido que existe en el área para la consideración de futuras quejas de la comunidad. Sin embargo, si se van a cambiar los patrones de tráfico es apropiado ampliar el área de evaluación e incluir esas vías o residencias.

11.1.3 Identificar las principales causas de ruido

Un inventario de ruido debidamente obtenido proporciona información relativa a todas las emisiones de las fuentes y define localización, magnitud, frecuencia, duración y contribución relativa de estas emisiones (Canter, 1998).

La fuente de ruido en las vías está dada por los vehículos que circulan por ella, es decir flujo vehicular, y otros factores tales como el tipo de pavimento su estado de conservación, la composición del tráfico (vehículos livianos, pesados), atenuación por distancia, la absorción atmosférica, la atenuación debida al suelo, las condiciones meteorológicas, los obstáculos y las reflexiones. De igual manera es importante evaluar si existen otras fuentes de ruido dentro del área evaluada como por ejemplo industrias.

11.2 CRITERIOS DE RUIDO (LÍMITES PERMISIBLES)

De acuerdo con lo revisado en las metodologías encontradas en otros países, en la mayoría se adoptan criterios de ruido para el tráfico motorizado en relación con las actividades humanas, los cuales dependen en algunos casos del tipo de vía y

su categoría funcional, del uso del suelo, a su vez de las zonas sensibles y en el caso de nuevas vías se establecen criterios mucho más estrictos. Por otra parte, se establecen para intervalos de tiempo específicos diurnos y nocturnos los cuales varían desde períodos de 14 a 16 horas y 8 a 10 horas respectivamente.

Al revisar estas metodologías se pudo establecer que los objetivos al instituir estos criterios son los siguientes:

- Establecer un acercamiento más comprensivo y más eficaz al ruido de tráfico.
- Reenfocar una aproximación a la atenuación del ruido por tráfico, lo que permitirá una planeación de utilización del suelo y a los responsables de las decisiones tomar acciones donde el ruido pueda ser evitado hasta donde sea posible, de la manera menos costosa y de un modo más eficaz.
- Fortalecer una gama de estrategias que se deban aplicar a reducir ruido del tráfico (por ejemplo, gestión de tránsito, control de emisiones de vehículos y campañas de conducción más ecológica).
- Revisar los niveles de ruido y compararlos con los criterios para identificar impactos y reconocer los beneficios de las medidas de mitigación.
- Proteger la salud de la población de los efectos adversos del ruido por tráfico rodado.
- Proporcionar una base a los planificadores para considerar que la localización y el diseño de desarrollo urbano puede atenuar o evitar impactos inaceptables del ruido. Al igual que diseñadores y constructores de vías, reguladores y a la comunidad para considerar la naturaleza y grado de medidas para evitar o para reducir ruido.

Sin embargo a pesar de que se establezcan unos criterios de ruido con los que se compararía los niveles de ruidos existentes o futuros, esto no garantizará que la población los considere aceptables, por lo cual es necesario investigar la reacción de la gente al ruido por tráfico (Department of Environment, Climate Change and Water NSW, 2010). Para establecer los criterios de ruido se deben realizar exámenes sociales basados en la respuesta de la comunidad al ruido y establecer

los niveles en los cuales la salud de la población se ve afectada. Dichos estudios, que están siendo renovados en forma permanente, han sido elaborados por distintas instituciones de carácter internacional. Los primeros son organizaciones sanitarias especializadas que establecen estándares de carácter sugerente pero no obligatorio, como lo es la Organización Mundial de la Salud (OMS); los segundos se refieren a organismos nacionales potestados para fijar estándares y afectar la normativa particular de cada país.

La Organización Mundial de la salud en sus guía de ruido urbano establece unos criterios para cada ambiente y situación, los valores de pauta que toman se basan en la consideración de los efectos sobre la salud identificados por la exposición al ruido, y se fijan basados en los niveles más bajos de ruido que afectan la salud (efecto crítico en la salud).

11.2.1 Criterios de la OMS

- **Interferencia con la comunicación**

La dificultad para entender la conversación cotidiana está influenciada por el nivel del habla, la pronunciación, la distancia entre el hablante y el oyente, las características del ruido circundante, la agudeza auditiva y el nivel de atención. Debido a que el nivel de presión sonora de la comunicación normal es de aproximadamente 50 dB(A), el ruido con niveles de 35 dB(A) o más interfiere en la comunicación oral en habitaciones más pequeñas, para grupos vulnerables se requiere niveles de fondo menores (OMS, 1999).

- **Efectos psicológicos y cardiovasculares**

Efectos sobre las funciones fisiológicas, después de una exposición prolongada, los individuos susceptibles pueden desarrollar efectos permanentes, como hipertensión y cardiopatía asociadas con la exposición a altos niveles de sonido. (OMS, 1999). Una exposición de largo plazo al ruido del tráfico con valores de LAeq, 24h de 65-70 dB(A) también puede tener efectos cardiovasculares, si bien las asociaciones son débiles, el efecto es más fuerte en el caso de cardiopatía isquémica que en hipertensión. Esos pequeños incrementos de riesgo son importantes debido a la gran cantidad de personas expuestas al ruido del tráfico rodado.

- **Efectos sobre la salud mental**

El ruido ambiental no causa directamente enfermedades mentales, pero se presume que puede acelerar e intensificar el desarrollo de trastornos mentales latentes. La exposición a altos niveles de ruido ocupacional se ha asociado con el desarrollo de neurosis, pero los resultados de la relación entre ruido ambiental y efectos sobre la salud mental todavía no son concluyentes. No obstante, los estudios sobre el uso de medicamentos, tales como tranquilizantes y pastillas para dormir, síntomas psiquiátricos y tasas de internos en hospitales psiquiátricos, sugieren que el ruido urbano puede tener efectos adversos sobre la salud mental (OMS, 1999).

- **Efectos sobre el rendimiento**

Se ha demostrado que el ruido puede perjudicar el rendimiento de los procesos cognitivos, principalmente en trabajadores y niños. Entre los efectos cognoscitivos más afectados por el ruido se encuentran la lectura, la atención, la solución de problemas y la memorización. Adicionalmente puede actuar como estímulo de distracción y el ruido súbito puede producir un efecto desestabilizante como resultado de una respuesta ante una alarma (OMS, 1999).

Los niños que viven en áreas más ruidosas presentan alteraciones en el sistema nervioso, lo que se manifiesta en mayores niveles de la hormona del estrés y presión sanguínea más elevada en estado de reposo. El ruido también puede producir deficiencias y errores en el trabajo y algunos accidentes pueden indicar un rendimiento deficiente (OMS, 1999).

- **Efectos sociales y sobre la conducta. La molestia del ruido**

El ruido puede producir varios efectos sociales y conductuales, así como molestia, los cuales a menudo son complejos, sutiles e indirectos y son el resultado de la interacción de diversas variables no auditivas. El efecto del ruido urbano sobre la molestia se puede evaluar con encuestas o estudios del trastorno de actividades específicas. Sin embargo, se debe reconocer que niveles similares de ruido de tránsito o de la industria causan diferentes grados de molestia, debido a que la molestia en las personas varía no sólo con las características del ruido, incluida la fuente del ruido, sino que depende en gran medida de muchos factores no acústicos de naturaleza social, psicológica o económica (OMS, 1999).

El ruido por encima de 80 dB(A) también puede reducir la actitud cooperativa y aumentar la actitud agresiva. Asimismo, se cree que la exposición continua a

ruidos de alto nivel puede incrementar la susceptibilidad de los escolares a sentimientos de desamparo. Se han observado reacciones más fuertes cuando el ruido está acompañado de vibraciones y componentes de baja frecuencia o impulsos, como un disparo (OMS, 1999).

- **Ambientes específicos**

Según los criterios comentados, las guías de ruido urbano establecen límites máximos para ciertas actividades humanas que pueden perturbarse por altos niveles de ruido y no por divisiones territoriales o de uso del suelo como se relaciona en la tabla 4.

TABLA 4. VALORES GUÍA PARA EL RUIDO COMUNITARIO EN AMBIENTES ESPECÍFICOS

Ambiente específico	Efectos críticos en la salud	Laeq dB	Tiempo base	LA max Db
Zona residencial Exterior	Fastidio severo día y noche , Fastidio Moderado día y noche	55 50	16	N/A
Zona residencial interior	Interrupción de la conversación y fastidio moderado	35	16	N/A
Interior de las habitaciones	Interrupción del sueño	30	8	45
Aula de clase	Interrupción de la conversación, interferencia en la información.	35	Durante clase	N/A
Sala de Hospital Interior	Interrupción del sueño(horario nocturno)	30	8	40
	Interrupción del sueño (horario diurno)	30	16	N/A
Sala de tratamiento de hospital	Interferencia con el descanso y la recuperación	#1		
Sector industria, comercial, mercantily de tráfico exterior e interior	pérdida de la audición	70	24	110
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento	pérdida de la audición (<5 veces/año)	100	4	100
Lugares públicos interior y exterior	pérdida de la audición	85	1	110

Fuente: Guías de Ruido Urbano OMS.

- **Efectos en el sueño**

El ruido ambiental produce trastornos del sueño importantes, puede causar efectos primarios durante el sueño y efectos secundarios que se pueden observar al día siguiente. El sueño ininterrumpido es un prerrequisito para el buen funcionamiento fisiológico y mental, los efectos primarios del trastorno del sueño son dificultad para conciliar el sueño, interrupción del sueño, alteración en la profundidad del sueño, cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca, incremento del pulso, vasoconstricción, variación en la respiración, arritmia cardíaca y mayores movimientos corporales (OMS Europa, 2009).

La probabilidad de ser despertado aumenta con el número de eventos de ruido por noche. Los efectos secundarios o posteriores en la mañana o día(s) siguiente(s) son percepción de menor calidad del sueño, fatiga, depresión y reducción del rendimiento. Para descansar apropiadamente, el nivel de sonido equivalente no debe exceder 30 dB(A) para el ruido continuo de fondo y se debe evitar el ruido individual por encima de 45 dB(A). Para fijar límites de exposición al ruido durante la noche, se debe tener en cuenta la intermitencia del ruido.

En la tabla No 5 se muestra los efectos en la salud observados en la población cuando el ruido incrementa después de 30 dB(A).

Basado en las relaciones de exposición efectos de la tabla, la OMS regional Europa recomienda que para proteger la salud de la población un nivel de ruido no debe exceder los 40 DB durante el período en el cual la gente duerme (entre 8 y 10 horas). Este límite es considerado para proteger a la mayoría de la población de los efectos nocivos del ruido, incluyendo grupos vulnerables como son niños, enfermos crónicos y personas mayores.

También consideran un nivel de ruido exterior de 55 dB como un límite provisional en situaciones donde no es posible alcanzar la meta de 40 dB en el corto tiempo por diferentes razones. Sin embargo se enfatiza que este nivel no se puede proteger grupos vulnerables, por lo cual recomiendan que sea considerado solamente como un límite provisional que se puede considerar temporalmente por los responsables políticos para situaciones locales excepcionales (Guías para ruido nocturno para Europa, 2009).

TABLA 5. EFECTOS DE DIFERENTES NIVELES DE RUIDO NOCTURNO EN LA SALUD POBLACIÓN

Promedio anual de ruido en la noche Lnoche, exterior	Efectos en la salud observados en la población
Arriba de 30 dB	Aunque puede diferir dependiendo de algunas circunstancias y sensibilidades, no hay efectos biológicos substanciales observados.
Entre 30 y 40 dB	Un número de efectos en el sueño son observados en este rango: movimientos del cuerpo, despertares, interrupción del sueño. La intensidad del efecto depende de la naturaleza de la fuente y del número de eventos. Grupos vulnerables (niños, enfermos crónicos y personas mayores) son más susceptibles. Sin embargo, en el peor de los casos los efectos son modestos.
40 a 55	Efectos adversos han sido observados en la población. Mucha gente debe adaptarse a lidiar con el ruido en la noche. Los grupos vulnerables son los más afectados.
Arriba de 55	Esta situación se considera cada vez más peligrosa para la salud pública. Efectos adversos en la salud ocurren con más frecuencia, una proporción importante de la población es altamente molestanda y su sueño es interrumpido. Existe evidencia que el riesgo de enfermedades cardiovasculares aumenta.

Fuente: Guías para ruido nocturno para Europa,2009.

11.2.2 Definición de criterios en Colombia

La normatividad nacional establece límites para ruido ambiental en el sector C ruido intermedio restringido en el que para vías troncales, autopistas, vías arterias el límite de ruido es 80 dB(A) para el día y 70 dB(A) de noche, límites que comparados con criterios adoptados a nivel mundial y con las recomendaciones de la OMS son altos principalmente en la noche, estos límites también generan confusión de acuerdo a si estos son los permitidos en las áreas contiguas a las vías donde se tiene todo tipo de uso del suelo como residencial y algunos con

usos muy sensibles como son los hospitales, clínicas , guarderías, colegios , geriátricos, bibliotecas entre otros.

No hay límites de inmisión que garanticen los derechos de los ciudadanos para protegerlos de los efectos en la salud que puede producir el ruido dentro de sus hogares y las actividades que pueden ser interrumpidas por el mismo. Los límites solo han sido establecidos para el ruido externo en las fachadas de los sitios afectados, por lo cual las mediciones solo se realizan en las áreas externas pero no internas de los edificios. En este sentido, los límites que establece la OMS son más acertados puesto que protegen actividades particulares que son más fáciles de controlar desde el punto de vista institucional (v.g, garantizar niveles adecuados al interior de un aula de clase o de un cuarto de hospital mediante el uso de tecnologías de aislamiento).

Por otra parte, aunque se reconoce el tránsito vehicular como responsable de más del 60% de la contaminación acústica de la ciudad (SDA, 2009), y de él, el mayor aporte lo representan los vehículos de mayor tamaño, entre ellos, los de sistema de transporte público, no se han generado los límites de ruido máximos para los buses de sistema de transporte público y transporte masivo de las ciudades en Colombia, donde se establezca los límites de ruido permitidos en nivel estacionario, en movimiento, los instrumentos (Equipos), protocolos y procedimientos de medición, así como los diferentes errores (tanto de instrumentos, como de la estrategia seleccionada, denominados error total ($\xi = \sqrt{\mu^2 + E^2}$, en donde ξ = Error total, generado por el tipo de Instrumento utilizado en el monitoreo, y el error generado por la estrategia de medición seleccionada, en consecuencia: μ = error del instrumento y E = error por cuenta de la estrategia de medición utilizada; para evaluaciones de afectación comunitaria, se aceptan errores menores a 1.5 dB – ver ISO 1996/1, versión 2006, Idem NTC 3522, primera actualización) y las sanciones adecuadas.

Las principales fuentes de información sobre estándares, criterios y políticas de ruido las establece en la ciudad la Secretaria Distrital de Ambiente, la cual está encargada de vigilar el medio sonoro en la ciudad. Igualmente se puede disponer más información en agencias internacionales como la Organización Mundial de la Salud-OMS o el Programa Ambiental de las Naciones Unidas. Esta información puede emplearse para definir la calidad base y la importancia de los impactos sonoros en los que se incurre durante proyectos o actividades; también puede ayudar en la toma de decisiones entre acciones alternativas para evaluar la necesidad de medidas de atenuación para una alternativa dada (Canter, 1998).

Algunos países para establecer los límites de ruido relacionados con el tráfico han utilizado como criterio los efectos que éste tiene en la salud de la población, los cuales han sido discutidos anteriormente. Estos efectos han sido establecidos mediante exámenes sociales bien documentados que definen una relación entre el nivel de ruido y la molestia. Valores que también han sido apoyados por la comparación con criterios de diferentes lugares del mundo.

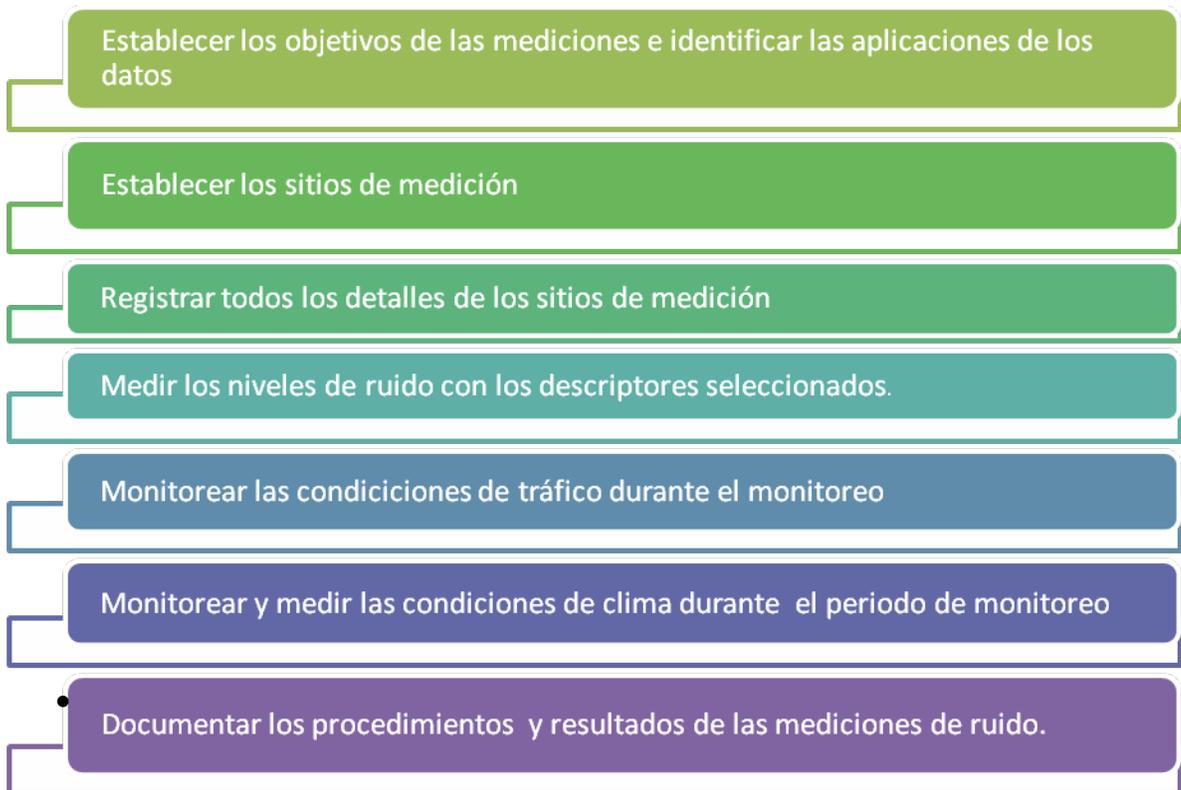
11.3 PROCEDIMIENTO PARA MONITOREO DE RUIDO

En la literatura revisada, no se encontró un procedimiento de monitoreo de ruido por tráfico vehicular estándar. En las distintas metodologías y bibliografía consultadas se utilizan diferentes criterios y métodos de acuerdo a su experiencia en el tema, la caracterización de experiencias se realiza incluyendo algunos elementos que se consideran significativos a la hora de definir cualquier metodología de evaluación del ruido (OCDE, 1995). Estos son:

- **Método de obtención Leq dBA:** Pueden ser medidos o estimados a partir de modelos predictivos.
- **Unidad espacial:** Se refiere a la zona espacial a la cual son asignados los Leq dBA obtenidos. Estos van desde una cuadrícula, un distrito u otra superficie hasta segmentos de vías.
- **Períodos de medición:** Intervalos de medición para la obtención de los índices de ruido (horas, días, semanas, meses).
- **Indicadores de ruido:** Relaciona los niveles de ruido con criterios que evalúen su impacto en la población (Leq24horas, Ldn, Lden, etc.).

11.3.1 Procedimiento

Los documentos técnicos consultados y las normas ISO y NTC, para medición de ruido por tráfico vehicular y ruido ambiental, establecen el siguiente procedimiento para las mediciones:



- **Establecer los objetivos de la medición**

Establecer claramente el objetivo y propósito de realizar las mediciones de ruido por tráfico e identificar de qué manera los datos e información obtenida será utilizada. La campaña de monitoreo debe ser acorde con la línea base, sobre todo en los procedimientos de medición para que el ciclo tenga sentido.

- a) Establecer los sitios de medición**

Los sitios de medición son determinados una vez que el objetivo y el propósito del monitoreo se ha establecido, la selección de los sitios puede demorarse ya que se necesita encontrar sitios que no se vean afectados por otras fuentes de ruido que interfieran con el objetivo de la medición.

b) Registrar todos los detalles de los sitios de medición

Este es un proceso que requiere registrar con el mayor detalle los sitios de monitoreo para conducir de la manera más precisa el cálculo o predicción de niveles de ruido, así se pueden utilizar diferentes herramientas en esta etapa Sistemas de Información Geográfica, mapas, fotografías, diagramas entre otras. Al igual que se debe registrar todas las condiciones de monitoreo, condiciones climáticas, estado del pavimento (fotos), deben ser registrados para cada sitio. Este proceso ayuda a asegurar que los datos de medición sean confiables en cualquier etapa del proyecto.

- **Equipos para mediciones**

Los equipos de medición de ruido o presión sonora en decibeles se denominan sonómetros. Estos instrumentos deben cumplir con especificaciones técnicas mínimas para medición de ruido por tráfico rodado.

Deben tener la capacidad de medir el nivel equivalente de presión sonora con ponderación frecuencial A, unidad básica del ruido para tráfico rodado, este describe el ruido al que es expuesto el receptor en cualquier momento. La escala A se usa porque los niveles de ruido pueden ser medidos de manera sencilla, con una buena aproximación de la sensibilidad del oído humano a diversas frecuencias, tienen una buena correlación con las pruebas de molestia generada por el ruido y ha sido la unidad básica adoptada para ruido ambiental por la mayoría de agencias en el mundo.

De acuerdo a los objetivos de la medición se establecen también los equipos a usar, las mediciones con un propósito general usan equipos tipo II, si se requiere mayor precisión se usan los equipos tipo I, sin embargo para mediciones de ruido ambiental se han recomendado los equipos tipo I. También se considera importante para la medición de tráfico rodado la utilización de un Sonómetro integrador de precisión.

Los parámetros que se necesitan medir para los estudios de ruido por tráfico son los siguientes: LAeq, Lmax, Lmin, percentiles (L10, L90),

Sin embargo para las investigaciones de dosis respuesta, y efectos del ruido en la salud, al igual que el establecimiento de criterios y normas de ruido se podrían usar los sonómetros de los cuales podemos obtener los parámetros: LDN, LNOCHE, Ldía.

Otras características con las que debe contar los equipos son:

- Respuestas: Rápida, Lenta e Impulso
 - Análisis de frecuencia en tiempo real en bandas de 1/3 de octava
 - Protección para condiciones ambientales difíciles, pantalla anti-viento.
 - Cables de extensión: hasta 15 metros o más
- **Medir los niveles de ruido con los descriptores seleccionados.**

Las mediciones del ruido ambiental generalmente, es mejor realizarlas cerca del punto de la recepción del ruido. Por ejemplo, si hay preocupación por los residentes expuestos al ruido de tráfico vehicular es mejor medir cerca de la localización de los residentes que cerca de la vía (OMS, 1999). Si el ruido ambiental se mide cerca de la fuente, entonces se debe estimar el efecto de la propagación al punto de recepción.

La mayoría de metodologías considera la altura indicada para medir a 1.5 metros del suelo y esto ofrece un mayor de comparación a nivel mundial y a nivel local, como se mencionó anteriormente las mediciones de ruido de tráfico es mejor realizarlas cerca de los receptores de ruido de tráfico que de la vía, por lo cual las distancias de la fachadas de los edificios evaluados están entre 1 -3.5 metros, aunque algunas se toman más cercanas a la vía, pero debe ser al menos a un metro de estas para evitar reverberación.

Las medidas se deben hacer en los sectores representativos, es decir sitios residenciales, las áreas comerciales, los parques, las iglesias, las escuelas, los hospitales, las bibliotecas, colegios, centros de salud, hoteles etc.

Como económicamente no sería rentable ni justificable medir en cada uno de los edificios afectados por ruido o receptores potenciales, se puede realizar un acercamiento buscando un punto de medición dentro de las viviendas que tengan influencia de ruido similar a las otras viviendas, o escoger en la inspección que se haga del área a evaluar, las viviendas que se esperaba estuvieran expuestas a los niveles más altos de ruido. Para los edificios con usos sensibles se deben realizar las mediciones en la fachada más expuesta al ruido por tráfico vehicular.

Se restringen normalmente a las áreas exteriores del uso humano frecuente; las mediciones interiores se hacen solamente cuando no hay actividades exteriores, tales como iglesias, los hospitales, las bibliotecas, etc. Cuando se realizan mediciones dentro de los edificios se recomienda hacer mediciones a diferentes

alturas. Se debe tener en cuenta las condiciones atmosféricas y deben registrarse durante la medición.

a) Descriptores de ruido

Cuando se relaciona la energía acústica del ruido con una serie de efectos psicológicos y fisiológicos en los receptores, estamos en presencia del enfoque psico-físico. En la literatura internacional, los trabajos que se incluyen en esta línea tienen como principal objetivo traducir a índices acústicos la molestia experimentada con relación al ruido, sirviendo de base para el desarrollo de intervenciones preventivas en defensa de la salud y el bienestar de la población.

Desde el punto de vista científico, el mejor criterio para elegir un indicador del ruido es su capacidad de predecir un efecto, por lo tanto para describir efectos en la salud diferentes indicadores se pueden elegir, efectos de largo plazo tales como desordenes cardiovasculares se correlacionan más con los indicadores que resumen la situación acústica durante largo plazo, tal como promedio anual de nivel de ruido en el período nocturno medido en el exterior de las fachadas (L_{noche} , exterior). Mientras que los efectos instantáneos tales como disturbio del sueño, se describen mejor con el máximo nivel por acontecimiento (L_{Amax}), por ejemplo paso de un camión o de un avión.(OMS, 2009).

Los descriptores se seleccionan de acuerdo a los objetivos planteados en las mediciones, sin embargo para establecer el impacto en la población generado por el tráfico rodado se consideran importantes los siguientes descriptores:

Leq dBA

Es la energía equivalente al nivel sonoro, en decibelios, para cualquier período de tiempo considerado (Canter, 1998). Normalmente los descriptores utilizados para medir el ruido ambiental, están basados en el Nivel Continuo Equivalente calculado para un ruido fluctuante (como lo es el del tráfico) en un intervalo de tiempo $T = t_2 - t_1$. El Leq 1 hora (dBA), es también el que con mayor frecuencia se emplea en los modelos de predicción del ruido por tráfico vehicular (Krauss, 2003).

Percentiles Ln: L50, L10 y L90

La importancia en la determinación de la respuesta humana ante las distintas dosis de ruido, indujo a utilizar los percentiles de la distribución porcentual acumulada de una medición, con el fin de describir a qué nivel de ruido y durante cuánto tiempo se exponían los receptores afectados. De esta forma puede conocerse los rangos a lo que se exponen las personas, durante determinados intervalos de tiempo. Los percentiles usados con frecuencia son L10 y el L90. (Krauss, 2003).

Considerando lo anterior, es que se construyen distintos descriptores del ruido de tráfico para intervalos como el día, la tarde, la noche, u otro período arbitrario. A continuación, se definen los descriptores comúnmente utilizados.

Leq24horas

Es el nivel de presión sonora continuo que tendría la misma energía sonora total que el ruido fluctuante, evaluado en un período de 24 horas. Se utiliza para evaluar riesgo de pérdida auditiva. (FHWA,2006).

LeqDia

Es el nivel de presión sonora continuo equivalente medido en el período diurno (7:01 AM - 9:00 PM). Se emplea para evaluar sitios sensibles: hospitales, escuelas, bibliotecas, sanatorios, guarderías, áreas residenciales y otros lugares de trabajo o de permanencia diurna. (FHWA,2006).

LeqNoche

Nivel de presión sonora continuo equivalente en la noche (Leq-noche). Es el nivel de presión sonora continuo equivalente medido en el período nocturno (9:01 PM - 6:00 AM). Se utiliza para evaluar interferencia con el sueño. (FHWA,2006).

LeqDN

Es el nivel de presión sonora equivalente continuo (Leq 24) al que se le agrega a 10 dB a todos los niveles, que son medidos entre las 9:01 PM y las 7:00 AM. Este

incremento se hace para compensar la mayor sensibilidad al ruido en la noche.(FHWA,2006).

TNI

El cual es un índice de ruido del tráfico que se utiliza a veces para describir el ruido en la comunidad. Tiene en cuenta la variación de los niveles sonoros observados, en un intento para mejorar la correlación entre las medidas del ruido del tráfico y la respuesta subjetiva frente al ruido.

b) Tiempos de medición

La normatividad colombiana establece hasta una hora para las mediciones de ruido, la cual puede ser continua o con intervalos de tiempo distribuido uniformemente hasta obtener como mínimo 15 minutos de captura de información. Si se mide en las 5 direcciones, cada posición del micrófono como mínimo debe ser de 3 minutos. Las direcciones son oeste, este, sur, norte y vertical.

La Federal Highway Administration-FHWA establece que para que haya una precisión estadística se necesita mínimo ocho minutos de medición (FHWA,2006). Otros autores han utilizado en sus trabajos un tiempo total de 15 minutos, el cual han considerado suficiente para alcanzar la estabilidad del nivel sonoro continuo equivalente, como una aplicación general para las medidas realizadas en calle (Glaser y Silver, 1979). No obstante en autopistas con un volumen alto de vehículos se puede requerir períodos de medición entre 30-60 minutos para tener más precisión (FHWA, 2006).

Un período de una hora con distribución de 12 minutos por dirección es una buena decisión, porque permitiría cubrir al máximo todos los eventos que generan ruido en el tráfico rodado. Sin embargo, teniendo en cuenta la omnidireccionalidad de los equipos de medición se podría hacer mediciones más largas, mínimo de una hora y tener mediciones mucho más representativas de la situación acústica en determinado lugar de la vía.

- **Horarios**

Al realizar mediciones de ruido se deben tener en cuenta factores como : hora pico vs horas valle, día de la semana, fines de semana , semana del año, época del año (vacaciones, navidad etc.), representatividad de las fuentes de ruido para esa área. Por ejemplo, el período con los niveles de ruido más altos no puede ser en la hora del tráfico pico sino que por el contrario, durante un cierto período en que los volúmenes de tráfico son más bajos pero las velocidades son más altas.

Días de mayor generación de tráfico: en Bogotá aunque la actividad industrial disminuye el día sábado, la población aprovecha para cumplir tareas domésticas de mercados, compra de materiales para mantenimiento y reparaciones locativas, visita a centros comerciales e ir a los bancos. Adicionalmente es un día en el cual no funciona la restricción vehicular de **pico y placa**, lo que hace que el tráfico aumente por encima de los niveles promedio de un día normal y por ende los niveles de contaminación de ruido y del aire también.

Estos horarios de medición también se deben establecer de acuerdo a los objetivos del estudio de impacto ambiental. Si el objetivo de estas mediciones es realizar una línea base ambiental por ejemplo, antes de la implementación del sistema integrado de transporte o para el establecimiento de criterios de ruido para tráfico rodado en diferentes zonas, en las áreas contiguas a las vías los tiempos de medición que se recomiendan son de 24 horas debido a que con descriptores como Ldn, se obtiene la sensibilidad del ruido en la noche, el cual como se ha mencionado anteriormente tiene muchos efectos en la salud de la población.

Para mediciones en áreas que impliquen sólo actividades diurnas (bibliotecas, colegios, guarderías etc.) se puede evaluar el impacto en términos de Leq en los horarios en los que funcionan estas instituciones, en horas pico y horas valle relacionadas con el tránsito.

Cuando se hace otro tipo de estudios ambientales, en las horas de la noche se debe establecer si es necesario realizar las mediciones durante las 10 horas determinadas como jornada nocturna, lo cual dependerá del tráfico en esa área, y del día que se realice la medición. Generalmente se establece como tiempo muerto de medición entre 1 y 4 de la mañana donde la contaminación acústica es la más baja. Sin embargo, se considera importante medir principalmente en las

horas en las cuales las personas se están quedando dormidas, como puede ser las diez de la noche y las horas de sueño profundo entre 2 y 3 de la madrugada.

Intervalos de tiempo a largo plazo se aplican para planificación del uso del suelo (3 meses, 6 meses, 1 año) e investigaciones en los efectos del ruido en la población, generalmente en los estudios de dosis-respuesta y programas de vigilancia epidemiológica.

- **Monitorear condiciones de tráfico**

El monitoreo de ruido requiere mediciones de volumen de tráfico, velocidades y composición del mismo para cada hora durante el período de la medición.

En la mayoría de metodologías se obtiene el volumen y la velocidad proyectados de tráfico analizado por lo menos en los períodos de 7 am-10 p.m. y 10 pm-7am. Lo importante es que el volumen del tráfico sea representativo de las condiciones normales de operación de la vía. Además, se debe tener en cuenta si el tráfico es alto o bajo ya que estas condiciones cambian los niveles de ruido por tráfico, al existir congestión puede aumentar el ruido de los vehículos y al haber un tráfico bajo, los vehículos aumentan la velocidad, lo que hace que haya una mayor interacción entre el neumático y el pavimento aumentando los niveles de ruido.

- **Monitorear y medir las condiciones de clima durante el período de monitoreo**

Las condiciones de clima deben ser medidas y registradas durante el monitoreo ya que pueden afectar la calidad y precisión de las mediciones de ruido, particularmente la velocidad y dirección del viento y los períodos de lluvia, condiciones climáticas que más afectan las mediciones.

11.4 MODELOS DE CÁLCULO Y PREDICCIÓN DEL RUIDO

Existe una amplia gama de métodos para evaluar niveles de ruido por tráfico disponibles en el mundo, desde modelos de cálculo sencillos hasta complejos

modelos en software y simulación. Los métodos de cálculo más usados en las metodologías revisadas son el modelo inglés CORTN Calculation of Road Traffic Noise y el modelo norteamericano TNM de la Federal Highway Administration.

Los métodos se utilizan en términos de cálculo y predicción de niveles de ruido por tráfico, cálculo para estimar niveles de ruido existentes cerca de la vía evaluada, predicción para estimar y proyectar niveles futuros de ruido en la vía evaluada. Estos métodos son tal vez la herramienta fundamental para el desarrollo de los estudios de evaluación de impacto ambiental para futuros proyectos, ya que con ello se supondrán los posibles impactos acústicos, éstos deben ser muy precisos y flexibles a posibles variaciones, y deben considerar suficientes variables como para ser representativos y tener algún mecanismo de calibración.

11.4.1 Metodología basada en predicciones

La metodología basada en predicciones mediante modelos y ecuaciones es básicamente la misma para todos los casos. Necesariamente deben definirse segmentos de la vía a los cuales se les asignan ciertas características de homogeneidad en el tráfico (que determinan la emisión), y otras del entorno que definen la propagación del ruido.

Algunos de estos procedimientos de predicción acústica se realizan a través de fórmulas y simulaciones, software específico o modelos a escala. A continuación se presenta una matriz con el grupo de modelos simples y un resumen de sus características, éstos son muy utilizados a nivel mundial.

TABLA 6. RESUMEN DE MODELOS SIMPLES PARA EL CÁLCULO DE NIVELES DE RUIDO POR TRÁFICO

Modelo	País	Referencia	Tipo de fuente	Descriptor	velocidad	Tipo de carpeta	Pendiente	Tipo de Flujo	Angulo de visual	Dist Ref Horizontal y altura	Absorción del terreno	Reflexión Fachadas
FHWA	USA	1 vehiculo	Lineal	Laeq(1 hora)	sí	No	sí	Liviano, medio y pesado.	sí	D=15.2 H 1 m	sí	No
STL-86	SUIZA	Carretera	Lineal	Leq (1 hora)	sí	No	sí	Liviano y pesado.	sí	d=1 h 1	sí	No
RLS-90	ALEMANIA	carretera	Puntual	Leq (1 hora)	sí	sí	sí	Liviano y pesado.	No	d=25 h= 4	sí	No
CORTN	INGLATERRA	carretera	Lineal	L10 1 hora 18 horas	sí	sí	sí	Liviano y pesado.	sí	d=10 h =0.5	sí	No
STATENS PANVERK 48	PAISES NORDICOS	Carretera	Lineal	Leq (24 hora)	sí	No	sí	Liviano y pesado.	sí	d=10 h=1.5	NO	No
MULLER	ALEMANIA	1 vehiculo	Lineal	Leq (1 hora)	sí	sí	sí	Variable	No	d=25 h=1.5	NO	sí
JAPONES	JAPON	1 vehiculo	Lineal	L50 1 hora	sí	No	No	Liviano y pesado.	No	d= depende H=1.5	-----	-----
FRANCES	FRANCIA	1 vehiculo	Lineal	Leq (1 hora)	sí	No	sí	Variable	sí	d=30m , h=2 m	NO	
VALENCIA	ESPAÑA	Carretera	Lineal	Leq (1 hora)	sí	No	No	Liviano y pesado.	No	-----	NO	NO
NCH 352	CHILE	Carretera	Lineal	Leq (1 hora)	sí	No	No	No	No	d=15 h	NO	NO
DINGEO	CHILE	-----	-----	Leq (1 hora)	sí	sí	No	Liviano y pesado.	No	No	NO	NO
ORNAMENT	CANADA	1 vehiculo	Lineal	Leq (1 hora)	sí	sí	sí	Liviano, medio y pesado.	sí	d=3.5 m H 1.5 m	sí	NO
Harmonise	Metodo armonizado Europeo	1 vehiculo	Lineal	Leq (1 hora)	sí	sí	sí	Liviano, medio, pesado , vehiculos de dos ruedas	sí	d=7.5 m h=1.2 m	sí	sí

Fuente: Adaptado de Krauss, 2003.

11.4.2 Programas informáticos

En una zona determinada, la evaluación por programas informáticos es más rápida que por un simple método de cálculo; pero en general, los programas informáticos se aplican a zonas amplias, lo que explica que el tiempo necesario, para un programa informático se haya estimado en dos semanas (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Carreteras, España, 1995).

Cada programa informático cuenta con unas características técnicas las cuales llevan al usuario a determinar cuál es el software más apropiado en este caso para la Secretaría Distrital de Ambiente, siendo básico que el software tenga la capacidad de modelación para grandes extensiones espaciales (ciudades completas).

Para escoger uno de estos programas generalmente se toman en cuenta los siguientes aspectos:

Las características importantes de los programas están dadas en cuanto a la funcionalidad, como son: la velocidad de cálculo en base a un mismo modelo tipo, y el grado de resolución que entregan los resultados. Es importante además que el software escogido tenga la capacidad de realizar distintos tipos de modelaciones, en este caso especialmente el generado en las vías con modelos aceptados internacionalmente. Así mismo en el caso de generarse mapas de ruido es importante estudiar las indicaciones respecto a control de ruido ambiental de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE, y la normatividad colombiana referentes a generación de mapas de ruido en ciudades (Comisión Nacional de medio ambiente-Chile, 2008).

Es necesario establecer cuáles son los conocimientos mínimos que deben tener los operadores o usuarios del software que se elija, tanto en el manejo de herramientas computacionales del software o hardware. Así como también el conocimiento en el campo de la acústica ambiental. Así mismo establecer la compatibilidad de el software de modelación con las características de hardware y software que posea la institución. Además de evaluar la compatibilidad de este software con otros y en especial con aquellos destinados a Sistemas de Información Geográfica (SIG), tales como ArcView, MapInfo, entre otros.

De igual manera se debe establecer las condiciones de soporte post-venta de los proveedores de cada software, las condiciones en cuanto a inducción y capacitación en el manejo del programa (Comisión Nacional de Medio Ambiente-Chile, 2008). Finalmente, se debe analizar los diversos aspectos estudiados en pos de establecer los pros y contras de cada software.

Es importante mirar las ventajas y desventajas presentes en los diferentes modelos de cálculo según los criterios anteriores, para decidir que método utilizar, teniendo en cuenta su costo, acceso y operación, el tiempo en su aplicación para un punto determinado, su flexibilidad para ser empleado en distintas situaciones y la extensión de red que abordará.

En el caso de preferir el uso de software, es importante establecer contacto con distintos usuarios con experiencia en los programas de modelación acústica de exteriores y recabar su experiencia en ello.

- **Experiencia de usuarios**

La consulta es de carácter sistemática para cada uno de ellos, el objetivo es obtener opiniones expertas o que ofrezcan una visión particular y no comprometida con un determinado proveedor (Comisión Nacional de Medio Ambiente-Chile, 2008). Esta consulta se realiza para conocer la experiencia de los usuarios en diversos tipos de modelaciones de ruido. La información relevante para consultar con expertos sería:

1. Experiencia.
2. Tiempo que demora en realizar el trabajo.
3. Facilidad del uso del software.
4. Errores de cálculo de modelos.
5. Soporte postventa.
6. Requisitos del operador del software.
7. Requisitos de plataforma computacional.

De lo anterior se puede ver que existe gran variedad de modelos de cálculo, cada uno de estos procedimientos presenta sus ventajas y problemas, de modo que sería necesario crear alguna estructura de tipificación del procedimiento de

predicción, por la variabilidad que un procedimiento puede entregar con respecto a otro (Salas y Glisser, 1998).

Sin embargo al usar modelos extranjeros se presentan diferencias significativas entre los Leq calculados y los medidos principalmente debido a que:

- a. La superficie de rodadura de la ciudad de Bogotá no es igual a las superficies de rodadura bases del modelo.
- b. Los tipos de vehículos y las condiciones de éstos en la ciudad de Bogotá no son las mismas a las presentadas para la construcción del modelo.

De ahí que se deba realizar un análisis estadístico para determinar cuál modelo estima mejor el comportamiento de los Leq medidos en terreno y realizar los ajustes al tipo de vehículos de la ciudad, al tipo de pavimento usado en la ciudad y la caracterización meteorológica del entorno.

11.5 ESTUDIOS DE PERCEPCIÓN CIUDADANA

En el contexto de la acústica ambiental el ruido es, en su concepción más amplia, todo sonido que resulte desagradable, esta descripción, no definición, presenta muchos matices y variaciones al estar cargada de subjetividad (Manzano, 2006).

Analizar la percepción de los ciudadanos y el grado de molestia que sufren y preguntarles por las zonas y los tipos de ruido sobre los cuales habría que actuar con prioridad en su opinión, constituye una parte fundamental del análisis de la situación del ruido en la ciudad. A la hora de evaluar la situación acústica inicial, es necesario tener en cuenta que la percepción de los ciudadanos puede diferir considerablemente de lo que indique el análisis cuantitativo (Department of Environment, Climate Change and Water NSW, Sydney, 2010).

El estudio de la contaminación acústica precisa de un análisis psicosocial, ya que la percepción del sonido y la molestia que origina es función no sólo de parámetros físicos sino que depende en gran medida de otros parámetros subjetivos inherentes a las personas y su entorno (López, 2000).

En esta etapa se considera realizar encuestas de percepción de ruido al tráfico, lo que ayuda a establecer relaciones entre el ruido y los efectos adversos en la salud de la población. La Organización Mundial de la Salud-OMS, determina la

importancia de realizar estas encuestas para establecer límites de ruido, zonas sensibles y medidas de mitigación adecuadas con el fin de proteger la salud de la población.

El objetivo es analizar los resultados de las encuestas y sacar conclusiones en relación con las fuentes de ruido más molestas, tanto exteriores como interiores, en función del horario, del día de la semana entre otros y también analizar la influencia del ruido en las actividades cotidianas, como dormir, estudiar, descansar, etc. y su relación con el sexo, la edad y la situación laboral de las personas.

“El principal objetivo de los estudios planteados en la línea de investigación del enfoque psicofísico² es establecer relaciones cuantitativas entre las características físicas del ruido y las respuestas de la población, medida generalmente en términos de molestia (correlación ruido-reacción), con el fin de conocer la dimensión exacta de este problema ambiental (población afectada, niveles críticos de exposición, interferencias en las actividades)”. Con estos estudios se pretende, asimismo, el desarrollo de estrategias de control del ruido, tanto a nivel legislativo como de actuaciones concretas en el urbanismo y en la planificación territorial. Al consultar a la población sobre su percepción del ruido, las prioridades en materia de reducción del mismo y propuestas para combatirlo se busca mejorar la selección y el diseño de las medidas de reducción. Al mismo tiempo aumentar la aceptación por parte del público de las medidas necesarias, sus resultados no sólo tienen un valor político, sino también un valor intrínsecamente científico, es decir, por una parte, sirve de apoyo a la diagramación de políticas medioambientales, mientras que por otra ayuda a la comprensión y/o explicación de la naturaleza del fenómeno de la “molestia” percibida (López et al, 2000).

Un método común para determinar el grado de molestia y efectos psicológicos por exposición al ruido en una comunidad, es a través de una encuesta social. Aún no existe una normalización en la técnica de efectuar la encuesta social, y por ello difieren entre sí, en el método de entrevista, estrategia de muestreo, longitud y verbalización del cuestionario, escalas de respuestas, etc. Sin perjuicio de lo anterior, si existen lineamientos más o menos consensuados para el trabajo de

² **Enfoque Psicofísico.** En este modelo el ambiente sonoro se asimila a ruido y, por tanto, a un factor de agresión y estrés. Los trabajos que se incluyen en esta línea tienen como principal objetivo traducir a índices acústicos la molestia experimentada con relación al ruido, sirviendo de base para el desarrollo de intervenciones preventivas en defensa de la salud y el bienestar de la población (López, et al, 2000).

encuestas de molestias de ruido ambiental (VI Congreso Iberoamericano de Acústica – FIA, 2008).

11.5.1 Diseño de la Encuesta

En el diseño de la encuesta hay que tener en cuenta la manera en que se va a utilizar para su realización, debido a que algunos de los campos de la encuesta pueden ser diferentes si ésta se realiza de manera presencial en las viviendas, en la calle, a través de Internet, telefónicamente, portales en internet de los periódicos etc. Pero lo que es más importante es tener en cuenta que la encuesta debe ser clara y concisa, de manera que no dé lugar a distintas interpretaciones (Bravo et al, 2009).

11.5.2 Orden de las preguntas

Las preguntas que deben iniciar un cuestionario son de carácter introductorio y de fácil respuesta, para poder ganar la confianza del encuestado. En algunas ocasiones se recomienda comenzar con preguntas de identificación, pero en ocasiones, es mejor reservárselas para el final y así, asegurar que las respuestas no estén influenciadas (Hernández et al, 1999). Además que puede indisponer al encuestado ya que por motivo de inseguridad que se vive actualmente en Bogotá puede negarse a seguir contestando la encuesta. El formato de la encuesta debe ser sencillo y no muy largo, debería estar estructurado en los bloques siguientes:

- **Datos personales**

Este bloque de preguntas se dedica a la recolección de datos personales y a su vez poder crear una atmósfera de confianza entre encuestador y encuestado.

- **Sobre el ruido por Tráfico**

Éste es el módulo más extenso del cuestionario; en él se incluyen las preguntas estandarizadas para la obtención del grado de molestia frente a las principales fuentes de ruido ambiental y especialmente la generada por tráfico rodado.

De éste punto se pretende:

1. Determinar la existencia de molestias por ruido.
2. Obtener las fuentes de ruido que más molestias causen al encuestado. Qué tipos de ruido son importantes. En el ruido por tráfico se incluye la valoración de la molestia producida por diversos tipos de vehículos: automóviles, motocicletas, camiones, autobuses, ambulancias y vehículos colectores de basuras, el ruido por rodadura, el ruido de propulsión, el de las sirenas y las bocinas.
3. Identificar en qué período temporal, el ruido le produce mayor molestia. Cuándo se produce: hora del día, fines de semana, con que sucesos tiene que ver los niveles de ruido y congestión.
4. Estimar en qué cantidad el ruido incide en forma negativa en las actividades cotidianas que los encuestados realizan en sus viviendas, así como en el sueño y descanso nocturno.
5. Determinar qué efectos psicofisiológicos y perturbaciones principales les produce el ruido y las medidas tomadas en esta materia.
6. Actitudes de las personas para evitar ser molestados por el ruido producido por el tráfico.

En particular, los ítems formulados en la ISO 15666 proponen una redacción sencilla y clara que facilita la comprensión rápida y exacta de la información solicitada por el ítem sin necesidad de la presencia de un encuestador. En la mayoría de las preguntas de la encuesta diseñada, se puede plantear cinco posibilidades de respuesta: nada, poco, regular, bastante y mucho, de acuerdo con el modelo de Fields.

- **Características de la vivienda**

Además de las características sonoras, la percepción del perfil sonoro o paisaje sonoro de un lugar (la molestia causada por este paisaje sonoro) depende de otros factores como los aspectos estéticos, el ambiente y los sentimientos relacionados con un determinado lugar (Schulte- Fortkamp et al, 2007). Además, el contexto sociocultural de una persona también puede influir sobre el modo en que se percibe el ruido y el grado de molestia que sufre cada uno. A la hora de

investigar la percepción del ruido que tienen los ciudadanos, habría que reunir también los datos sobre su situación social y su contexto personal.

- Características de la vivienda.
- Características del entorno de la vivienda.
- Características del encuestado.

- **Preguntas estandarizadas**

En las últimas décadas son numerosas las encuestas realizadas en todo el mundo con fin de conocer los principales efectos del ruido sobre la salud y el bienestar de la población. No obstante esas encuestas proporcionan resultados difícilmente comparables entre sí debido a diferencias significativas en el diseño de los cuestionarios y en las metodologías utilizadas. De ahí que exista la necesidad de que las encuestas suministren resultados que sean comparables a nivel internacional, ayuda a fomentar la acumulación de conocimiento que pueda mostrar las similitudes o diferencias entre distintos países y culturas en cuanto a la valoración de la molestia por ruido ambiental (Manzano, 2006).

En los últimos años se han dado pasos importantes hacia la investigación de la molestia por ruido ambiental mediante métodos armonizados, especialmente debido a los trabajos de la International Commission on the Biological Effects of Noise (ICBEN). Un grupo de trabajo coordinado por J. M. Fields propuso en 2001 dos preguntas para valorar el grado de molestia producido por ruido ambiental. Ambas preguntas se han formulado en nueve idiomas diferentes, de forma que se asegure la comparación de resultados a nivel internacional y el análisis conjunto de la información proporcionada.

La primera pregunta utiliza una escala de respuesta verbal de cinco niveles: absolutamente nada, ligeramente, medianamente, muy y extremadamente molesto/a. A cada uno de estos niveles se le puede asignar una puntuación en escala de 0 a 100 de 0, 25, 50, 75 y 100. La segunda pregunta utiliza una escala de respuesta numérica de 11 niveles que abarcan desde 0 (absolutamente nada molesto/a) a 10 (extremadamente molesto/a).

Redacción A. Enunciado con opciones cualitativo ordinal.

Tomando en consideración los últimos (...12 meses...), indique usted en qué cuantía le molesta el ruido producido por (..Indicar la fuente de ruido..) Cuando se encuentra en su casa.

- Absolutamente nada
- Levemente
- Medianamente
- Demasiado
- Extremadamente

Redacción B. Enunciado con opciones numéricas.

“Tomando en consideración los últimos (12 meses), indique qué número, cero al diez, expresa mejor la cuantía en que Ud. está molesto o perturbado por el ruido producido por (...indicar la fuente de ruido...)” (ISO, 2003).

Sólo obteniendo resultados comparables entre estudios y países se puede valorar la conveniencia y exactitud de las relaciones dosis-efecto a nivel internacional, como las propuestas por la Comisión Europea.

Siguiendo estos lineamientos se diseñó una encuesta para establecer la percepción y los efectos que el ruido especialmente el generado por tráfico, tiene en la población de Bogotá, la cual se presenta como anexo a este trabajo (ver anexo 2).

11.6 RELACIONES EXPOSICIÓN RESPUESTA. PROPUESTA DE LA COMISIÓN EUROPEA PARA SU USO EN LOS ESTADOS MIEMBROS

La relación entre el valor de un indicador de ruido y un efecto dañino en el ser humano ha sido identificada como relación dosis-respuesta, relación dosis-efecto, relación exposición-efecto o relación exposición-respuesta (OMS, 2003). Esta última terminología, de acuerdo con la OMS es la más adecuada, para su explicación se ha puesto considerable atención en la investigación de los indicadores de ruido, en el tipo de fuentes sonoras, en las escalas para la evaluación de la reacción de las personas y en variables no acústicas que influyen en dicha relación (Bitácora, 2006).

De tal manera que las últimas décadas se han publicado diversos trabajos, que desde un enfoque teórico o desde la perspectiva de trabajos de síntesis de encuestas psicosociales, proponen relaciones exposición-respuesta, a partir de la aplicación de diversos modelos estadísticos, los cuales relacionan la molestia con un indicador de ruido. De ahí que en los últimos años se han incorporado parámetros que indican la contribución de otras variables no acústicas tales como demográficas, sociales o psicológicas (Manzano, 2006).

El método más extendido para recoger todos estos posibles modificadores de la respuesta subjetiva frente al ruido y así caracterizar la molestia por contaminación acústica de una población determinada, es la realización de una encuesta diseñada específicamente a tal efecto. Una encuesta social dirigida a solicitar información como la que se describió anteriormente ayuda a recoger información sobre actitudes acerca de los efectos de la exposición al ruido, es una investigación sistemática de la opinión pública que, con el fin de obtener información de interés duradero, precisa determinar los porcentajes de la población que experimentan efectos específicos o mantienen ciertas actitudes ante el ruido ambiental (Conama, 2006).

En realidad al analizar la relación entre exposición –respuesta del ruido en las personas, el principal y más inmediato de esos efectos es siempre la molestia, aunque otros tipos de consecuencias sean igualmente importantes y merecedoras de estudio. De hecho, a lo largo de estos últimos años se han multiplicado los estudios destinados a caracterizar los principales efectos del ruido, tanto fisiológicos como psicológicos.

De ahí que se busque evaluar el grado de molestia por contaminación acústica, cabe señalar la necesidad de definir cuál es el índice de medida de ruido ambiental más adecuado para relacionar con la molestia, definiendo así las variables principales de las ecuaciones dosis-efecto. Tradicionalmente se ha señalado como el índice más adecuado al nivel equivalente LAeq, o alguna de sus variantes como el nivel día-noche, Ldn, definido como el nivel equivalente al cual se le ha aplicado una penalización (incremento) de 10 dBA a los ruidos ocurridos durante la noche. Ya que los niveles sonoros nocturnos se han demostrado más molestos debido a las alteraciones en el sueño que pueden provocar, el indicador Ldn ha sido tradicionalmente el más utilizado en el desarrollo de relaciones dosis-efecto a nivel internacional.

Los indicadores L_{den} y L_{night} son los utilizados en las relaciones dosis-efecto propuestas para su uso en los Estados comunitarios de la Comunidad Europea como parte de la información a incluir en los mapas estratégicos de ruido. La propuesta de utilización de dichas relaciones dosis-efecto en todos los Estados miembros de la Comunidad Europea genera la necesidad de comprobar su validez en países cuya respuesta frente al ruido no ha sido evaluada, o no ha sido tenida en cuenta en el desarrollo de estas ecuaciones.

La Comunidad Europea ha generado unas ecuaciones para estas relaciones basados en encuestas realizadas en toda Europa y en los estudios que han realizado al respecto, para su utilización en todos los Estados miembros en el contexto de la elaboración de mapas estratégicos de ruido y sus planes de acción asociados. Sin embargo, en los trabajos de investigación que condujeron al desarrollo de esas expresiones sugieren la conveniencia de comprobar su grado de exactitud y adecuación en diversos entornos urbanos.

Se han desarrollado funciones que muestran la relación entre la molestia experimentada en la vivienda y el ruido incidente en la fachada más expuesta, donde la variable independiente es la exposición del ruido (en unidades DNL) y la variable dependiente es la molestia (en % de personas altamente molestadas), obtenidos con los valores más altos de la escala utilizada.

En 1978 Schultz publicó una relación entre el porcentaje de una población que expresaba gran molestia al ruido producido por diferentes fuentes como tráfico vial, aviones y ferrocarriles y el nivel sonoro día/noche. Sin embargo años después se argumentó que no se podía explicar con la misma curva de relación, ya que las distintas fuentes pueden molestar en menor o mayor grado a las personas. De ahí que en 1994 se revisó los datos y se ampliaron para construir las curvas para cada fuente de ruido.

La relación de dosis –respuesta para el ruido del tráfico vial calculó los porcentajes de personas que respondieron estar altamente molestas, los cuales fueron ligeramente menores que los porcentajes de la curva Schultz. No obstante, otra relación dosis-respuesta para el tráfico vial calculó porcentajes de personas que respondieron estar altamente molestas y que fueron ligeramente mayores que los porcentajes de la curva Schultz (ISO, 1996/3).

El promedio de curvas obtenidas coincide virtualmente con la curva de Schultz, por tanto en aras de simplicidad y significado histórico, la curva Schultz se toma

como la curva para definir el porcentaje de una población que está altamente molesta (HA), con el ruido del tráfico vial como función del nivel sonoro día/noche, L_{dn}, determinado para condiciones de campo libre (la reflexión en edificaciones no se tiene en cuenta). La ecuación para la curva de Schultz para ruido por tráfico sería:

$$HA=100/(1+EXP(10.4-0.132 L_{dn}))\%$$

La investigación sobre la molestia producida por ruido ambiental no tiene como único objetivo determinar las variables, tanto acústicas como no acústicas, que influyen en ella, sino que también persigue el desarrollo de modelos de predicción que conjuguen sencillez y exactitud, de forma que puedan ser utilizados por las administraciones públicas competentes en materia de elaboración de mapas sonoros de ruido y planes de acción.

Estos trabajos realizados sirven de soporte para determinar esa relación dosis respuesta de la población bogotana, dada la importancia que esto tiene y para determinar los efectos del ruido en la salud de la población y de esta manera determinar los criterios o límites de ruido por tráfico, que puedan proteger la salud de la población junto con las medidas de mitigación y planes de acción contra el ruido. En este sentido, las universidades pueden contribuir a generar este tema de investigación creando convenios con las entidades ambientales que contribuyan a desarrollar estas investigaciones y comprobar la aplicabilidad de las ecuaciones y relaciones ya encontradas al ámbito local o a generar nuevas ecuaciones que determinen esas relaciones dosis respuesta al ruido.

11.7 MAPAS DE RUIDO

En Bogotá los mapas de ruido se están generando simplemente como una necesidad de diagnóstico por la Secretaría Distrital de Ambiente, pero sin una proyección clara para su interpretación y utilización que permitan y faciliten la toma de decisiones para la mitigación de ruido por diferentes fuentes.

Esto sumado a que no existen unos protocolos específicos dentro de la reglamentación actual de ruido del ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial en la resolución 627 del 2006, que defina una metodología clara para realizar los mapas de ruido. Se están construyendo mapas de primera generación, desarrollados mediante aplicación de colores establecidos en la norma, para

representar niveles de ruido en una zona específica, estos mapas reflejan básicamente el ruido ambiental de todas las fuentes en la ciudad y tienen en cuenta fuentes móviles y fuentes fijas (Industriales, comerciales y de Recreación, tales como Bares, cantinas y similares). De ahí que, es necesario establecer un criterio, fundamentado en un modelo específico que arroje resultados relacionados únicamente con el tráfico rodado.

En estos mapas no se han hecho ciertas consideraciones como son las fundamentadas en aforos, las cuales en intersecciones no controladas (sin semáforos), obligan a estudiar el fenómeno, la velocidad, los diferentes tipos de vehículos (livianos, semipesados y pesados), la textura del pavimento, así como el estado físico de la malla vial, las cuales dan una serie de variables que nos pondrían frente a un contexto bien complejo, cuando de diseñar “Mapas de Ruido por Tráfico Rodado”, se quiere escenificar.

Desde el punto de vista de la prevención y mitigación del ruido por tráfico rodado es importante trabajar en los Mapas de ruido segunda generación, los cuales pretenden evaluar la influencia de las fuentes de ruido predominantes en las ciudades en la actualidad. Estos mapas denominados estratégicos mostrarían y evaluarían la situación acústica provocada por una determinada fuente, como sería el caso del tráfico rodado, para esto se realiza dos tipos de mapas:

Mapa de ruido sonoro: el cual representa los niveles de inmisión que el foco de ruido ambiental “tráfico rodado” genera en el entorno, el segundo mapa de ruido es el de exposición: este mapa representa los niveles de inmisión de los edificios que son objeto del análisis. Estos mapas estratégicos permiten establecer la inmisión, es decir evaluar cuáles son los niveles de ruido que soporta la población residente en el ámbito de estudio, o algunos usos especialmente sensibles (colegios, geriátricos, guarderías y hospitales) por efecto de las fuentes de ruido analizadas (ruido por tráfico) e identifican, por análisis de los resultados, las zonas con afecciones de mayor o menor importancia, con las cuales se establece los planes de mitigación, además de orientar la ordenación territorial a futuro. Para este tipo de Mapas, se requieren protocolos y estrategias de monitoreo específicos, para conducir datos estadísticos confiables, que permitan establecer modelos de ruido, para diferentes (días, horarios, épocas del año, tipo de vía).

Esta Predicción de impactos sonoros de la implantación de una nueva vía o adecuación de una existente es un valioso instrumento en la planificación y ordenación urbanística. Sin embargo un mapa tal como los descritos responde

únicamente a la realidad del momento de su elaboración, y siendo el ruido por tráfico cambiante en el tiempo, resulta necesario proceder a una actualización periódica del mismo, de manera que se pueda conocer la evolución temporal del ruido para que resulte un instrumento eficaz. Por consiguiente se debe tener en cuenta el cambio del parque automotor, es una variable preponderante, tanto como el deterioro de la vía, su tipo o clase de capa de rodadura (Rígido, como el concreto o flexible como lo son los pavimentos elásticos, o con sistemas especiales (pavimentos porosos) de amortiguación del proceso de rodadura. Importante el diseño de los diferentes tipos de vehículos, por cuanto ello hace que su dinámica al rodar implique menos esfuerzo y por ende se baja el nivel de ruido.

Debido a que la permanente actualización de los mapas exige un trabajo y costos demasiado altos, se deben hacer proyecciones a situaciones futuras de la ciudad y que tengan validez por los menos 5 años, es importante que estos hagan parte del POT el cual se actualizará en el 2012 y de los planes parciales que cobijan en tiempo hasta el 2020, ya que en esta época se deberá hacer un re diagnóstico debido a que Bogotá ya estará definida como ciudad-región.

11.8 EVALUACIÓN DE LA IMPORTANCIA DEL IMPACTO

En los términos usados el trabajo de evaluación hace referencia a la interpretación de la importancia de los impactos acústicos. Un punto base para la evaluación es la población, al igual que la valoración de expertos en el tema para evaluar cambios porcentuales, población expuesta y la comparación con los niveles de ruido permitidos en la normatividad (Canter, 1998).

Después de los monitoreos de ruido y el empleo de modelos de cálculo para el mismo y las encuestas de percepción de la población, se compara la exposición de niveles de ruido en los receptores contra los criterios establecidos para el ruido por tráfico rodado, y se establece si exceden estos criterios y su grado de importancia. De ahí se considera su nivel de prioridad para instaurar medidas de mitigación y según sea el nivel de importancia cuáles deben ser utilizadas. En algunos casos, las medidas factibles de la mitigación para una localización se identifican pero se consideran no viables por diferentes argumentos. El nivel de detalle que justifica tal decisión debe ser conmensurado con la cantidad por la cual el criterio del ruido en esa localización es excedido. Por ejemplo, se esperaría que

una localización en donde el criterio es excedido por 10 dB se dé un alto nivel del detalle que justifica esa decisión con argumentos razonables para no proporcionar la mitigación de ruido que en una localización en donde el criterio es excedido apenas por 3dB (Department of Environment, Climate Change and Water NSW, 2010).

Este sistema de clasificación de impactos debe ser sencillo y de fácil aplicación, y debe estar relacionado con los impactos en salud y el bienestar de los receptores. En la resolución 0627 del 2006 del MAVDT se establece la representación gráfica de los niveles de ruido por medio de los mapas de ruido. De ahí que por medio de estos mapas, se pueda determinar zonas en las cuales se está superando los criterios establecidos por la OMS, la cantidad de población expuesta a estos niveles y la afectación a zonas denominadas como sensibles dentro del área de evaluación. Para esta representación se puede utilizar la misma escala de colores definida en la resolución 0627 del 2006 del MAVDT, y esta será asociada a cualquiera de los indicadores de ruido correspondientes a los criterios de salud de la OMS, como se muestra en la tabla No 7.

TABLA 7.EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS SEGÚN CRITERIOS DE RIESGO

Criterio de Riesgo	Descriptor de Ruido	Ambiente	Nivel de ruido Leq	Color
Interferencia del sueño	Leqnoche	Interior		
Interferencia			<30	
Sin interferencia			30 a 35	Verde claro
Interferencia media			35 a 40	Verde
Interferencia Alta			>40	Verde Oscuro
Interferencia con la comunicación oral	Leq(día)	Interior		
sin Interferencia			<35	Verde claro
interferencia			35 a 40	Verde
Interferencia media			40 a 45	Verde Oscuro
Interferencia Alta			>45	Amarillo
Interferencia con la comunicación oral	Leq(día)	Exterior		
Sin interferencia			<55	Ocre
Interferencia			55 a 60	Naranja
Interferencia media			60 a 65	Cinabrio
Interferencia Alta			> 65	Carmin
Perdida de audición temporal				
Sin perdida de audición temporal			<70	Carmin
Con perdida de audicion temporal			>70	Rojo lila
Molestia(Leq día)				
Sin Molestia			<50	Ocre
Molestia Moderada			50 a 55	Naranja
Molestia grave			>55	Cinabrio
Efectos sicológicos y cardiovasculares	(Leq 24 horas)			
No riesgo			>65	
Riesgo			65-70	
Zonas sensibles				
Centro Educativo(aula de clase)	Leq(día)			
Sin interferencia en la comunicación			<35	Verde claro
Interferencia con la información			>35	Verde
Sedes sociales	Leq(día)			
Sin interferencia en la comunicación oral			<35	Verde claro
Interferencia con la comunicación oral			>35	Verde

Fuente: Adaptado de krauss,2003

11.9 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Se considera que la gestión del ruido necesita un enfoque interdisciplinario, en el cual la participación de diferentes actores desde el gobierno hasta la población es fundamental en el camino hacia la solución. La literatura revisada sugiere que es necesario trabajar en tres componentes a saber: en la fuente generadora del ruido

(vehículos), en el camino entre la fuente y el receptor y, en el punto de recepción del ruido.

En esta etapa de la metodología existe gran divergencia entre las propuestas para mitigar el ruido del tráfico, debido a que dependen de las condiciones locales de recursos, la planeación de la ciudad, la tecnología y condiciones locales de cada sitio. Distintos instrumentos se proponen por los diferentes países, instrumentos regulatorios, policivos, económicos, técnicos, programas de información y educación a la población entre otros. Al igual que se sigue promoviendo la investigación de nuevas estrategias para disminuir el ruido por tráfico rodado. Las medidas preventivas en la fuente del ruido deberían ser prioritarias, una relación de las medidas que se pueden aplicar para reducir, evitar y reubicar diversos tipos de fuentes de ruido.

11.10 DETERMINAR ACTORES

Determinar qué actores deben ser implicados y en qué fase del proceso es una cuestión que depende de la situación local y que hay que decidir en el momento de preparar el proceso de elaboración de los planes de acción contra el ruido. A continuación se realiza una lista de los actores que estarían involucrados en los planes de mitigación del ruido por tráfico en la ciudad, porque sería importante su colaboración, señalando que se espera de ellos.

TABLA 8. ACTORES INVOLUCRADOS EN EL RUIDO GENERADO POR TRÁFICO RODADO

ACTORES RESPONSABLES	PORQUE SE NECESITA SU COLABORACIÓN?	QUE SE ESPERA DE ELLOS?
Secretaria Distrital de Ambiente.	Responsables de la gestión ambiental urbana de Bogotá.	Liderar los planes de acción contra el ruido, liderar campañas de sensibilización de la población en el tema , trabajar conjuntamente con la secretaria de movilidad para el logro de estos objetivos. Llevar a cabo las evaluaciones de impacto ambiental de ruido por tráfico rodado. Realizar el control y seguimiento de esta variable ambiental. Hacer cumplir la norma de ruido y los límites permisibles de ruido. Reforzar la normatividad en el tema de ruido generado por tráfico.
Secretaria Distrital de Movilidad	La SDM formula, orienta, lidera y ejecuta las políticas que garantizan las condiciones de movilidad en la ciudad e integran las distintas formas de transporte, estas medidas afectan positiva o negativamente al ruido que éste genera. Estos actores se ocupan de aplicar medidas para reducir el ruido del tráfico.	Revisar las medidas y estrategias de planificación de transporte respecto a su impacto sonoro. Evaluar posibles medidas de reducción del ruido respecto a su impacto en el volumen de tráfico y el flujo de tráfico. Aplicar medidas de reducción del ruido. Control policivo sobre el uso excesivo de la bocina y el obligatorio uso de silenciadores en todo tipo de vehículos , aplicar medidas sancionatorias a los infractores. Incentivar a la población a usar al transporte público o sistemas de transporte alternativos sostenibles .
Sector de Salud(Secretaria de salud, INSOR, Contraloría de Bogotá)	Evaluaciones de cómo el ruido perjudica a la salud (e.g. molestias, trastorno del sueño, aumento de las enfermedades cardiovasculares. Ejercer vigilancia en este tema para proteger a la población de estos impactos medio ambientales negativos. Las sirenas de las ambulancias son una fuente acústica importante, sobre todo en zonas hospitalarias.	Generar programas de vigilancia epidemiológica del ruido para prevenir, detectar, controlar y/o rehabilitar dificultades en la salud, lo cual ayudará a caracterizar la problemática. Apoyar la sensibilización del público en torno a los efectos nocivos del ruido. Normas de emisiones para las ambulancias.
Instituto de Desarrollo Urbano, Secretaria Distrital de Planeación.	Planes y proyectos de desarrollo urbano y planes de ampliación <ul style="list-style-type: none"> • Reestructuración urbanística • Plan de evolución del tráfico 	Para la nueva infraestructura y otros proyectos de construcción es necesario llevar a cabo evaluaciones de impacto las cuales deben incluir la variable ambiental ruido por tráfico .La temprana integración de la planificación de la reducción del ruido en el proceso urbanístico general tiene como consecuencia una mejora del entorno y puede servir para evitar que se tengan que tomar medidas costosas de reducción del ruido en un momento posterior. Mejoramiento de la malla vial de la ciudad y realizar el mantenimiento de ésta, buscar alternativas de superficies más silenciosas y favorables desde el punto de vista económico.

ACTORES RESPONSABLES	PORQUE SE NECESITA SU COLABORACIÓN?	QUE SE ESPERA DE ELLOS?
Empresas de Transporte Publico	El transporte público es una fuente acústica importante en Bogotá ; es la fuente predominante en los puntos conflictivos. El transporte público es una alternativa al uso del vehículo particular.	Los operadores del transporte público deben abordar el problema del ruido haciendo su propia flota mas silenciosa. Ajustar y ampliar sus servicios para contribuir a reducir el uso de los vehículos particulares y para compensar las restricciones del tráfico de vehículos motorizados particulares.
Empresas de Transporte Privado	Estos vehículos de transporte pesado generan más ruido que los autos particulares, por tanto los propietarios de las flotas son actores fundamentales en la reducción del ruido.	Utilizar vehículos menos ruidosos respetar las restricciones temporales. invertir en camiones y equipos de reparto menos ruidosos. Desarrollar planes de reparto que reduzcan el número de entregas y contribuyan a reducir la congestión.
Ciudadanos (personas, asociaciones, grupos)	Evaluar los problemas del ruido y analizar los puntos conflictivos es necesario tener en cuenta la percepción del ruido que tienen los ciudadanos y las molestias que les genera el ruido procedente del tráfico ,además es necesario que sean conscientes de ello.	Proporcionar información sobre la percepción del ruido y las molestias causadas Aportar ideas para las medidas de reducción del ruido (sobre todo en los puntos conflictivos) Hacer más silenciosos los hábitos de desplazamiento y mejorar el comportamiento de los conductores. Respetar las restricciones y los límites de velocidad.
Medios de comunicación	Sensibilizar al público acerca del ruido hace falta una estrategia de comunicación eficiente.	Elaborar material de información dirigido al público.
Universidades	Investigación futuras de ruido.	Orientación técnica para desarrollar metodologías adecuadas para los planes de los efectos sobre la salud y el ambiente, mitigación del ruido, evaluaciones económicas entre otras. Generar convenios con la secretaria distrital de ambiente y la Secretaria de movilidad para apoyar la caracterización de la problemática ambiental y generar propuestas para la solución de la misma.

Fuente: Adaptado del proyecto Silence, 2004.

En la actualidad, la lucha contra el ruido del tráfico (rodado) y otros ruidos ambientales en las ciudades es algo extendido entre urbanistas, administraciones responsables de las vías, autoridades responsables del medio ambiente, y quizá otras autoridades, lo cual supone un obstáculo a la hora de que el trabajo resulte eficaz, y puede incluso hacer que no se tomen las medidas apropiadas porque nadie se siente responsable. Para elaborar de un modo eficaz los planes de acción contra el ruido en el ámbito local, tiene que quedar claro qué departamento de la administración debe tomar la iniciativa (Silence, 2006).

En Bogotá la Secretaria Distrital del Ambiente es la que se encarga de las cuestiones relativas al ruido. Por tanto, sería lógico que fuera también la responsable de elaborar el plan de acción contra el mismo. Sin embargo, muchas medidas para combatir el ruido están estrechamente vinculadas a la gestión del tráfico realizada por la Secretaria de Movilidad de Bogotá, por lo cual compartir la responsabilidad entre dos departamentos podría resultar beneficioso para asegurar su correcta aplicación.

11.11 RECURSOS ECONÓMICOS

Para el desarrollo de un plan de acción local contra el ruido y en concreto para la aplicación de las medidas escogidas, se requiere financiación, probablemente existan obstáculos (políticos) para asignar fondos adicionales a la lucha contra el ruido. La idea principal, en relación con los presupuestos pequeños en cualquier parte, es optimizar el uso de los recursos existentes aprovechando las sinergias entre las distintas medidas y estrategias (como la reducción del ruido y los programas de aire limpio) (cp. WG 5, 2002).

11.12 SENSIBILIZACION A LA POBLACIÓN

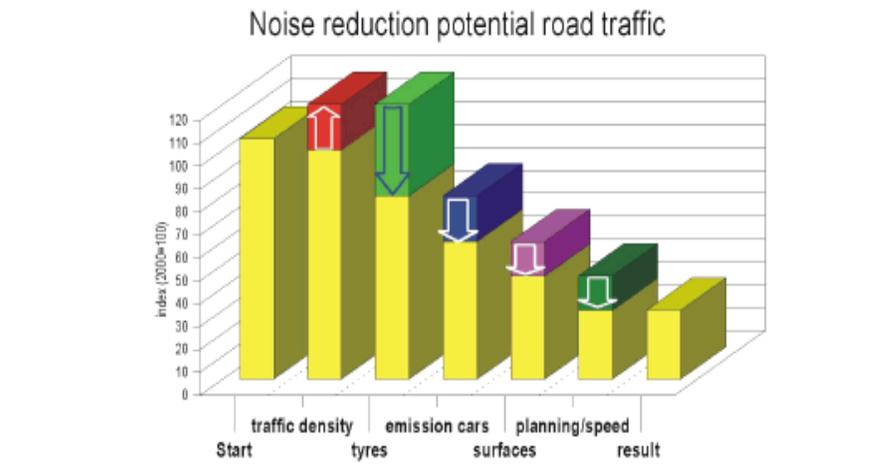
Implicar al público en el desarrollo de soluciones a los problemas del ruido puede resultar de gran ayuda para obtener soluciones innovadoras, mejorar el compromiso de la población y para aumentar el grado de aceptación de las medidas. En este sentido, es muy importante sensibilizar a la población acerca de los efectos negativos del ruido, tales como los efectos perjudiciales para la salud y los efectos atenuantes sobre el precio de la vivienda, mientras la calidad del aire

es una de las prioridades actualmente en la agenda política y la gente es consciente del problema, no ocurre lo mismo con el ruido ambiental.

11.13 ELECCIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN

Se considera las medidas de mitigación de ruido en el origen o en la fuente, como las más eficaces y rentables, y ayudan a la reducción de otros problemas ambientales y de movilidad de la ciudad, desde este punto de vista se trabaja en acciones preventivas especialmente.

GRAFICA 13.EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RUIDO



Fuente: Tomado de Delft, 2007.

Como se muestra en la figura la cual fue realizada por expertos europeos en el tema, las medidas de reducción técnicas en el tipo de superficie junto con la reducción por emisión de las llantas y la planeación de la velocidad, propician disminuciones importantes en el ruido generado por el tráfico rodado. En Bogotá las vías presentan irregularidades y discontinuidades que además de generar mayor congestión y aumentos de ruido por el arranque y el frenado, suponen una amenaza para el rendimiento de todas las superficies viales en lo que respecta al ruido. Por lo cual se requiere un buen mantenimiento, a fin de que el nivel de ruido sea el mínimo posible. Ahora si se eligen superficies de baja emisión para reducir

el nivel sonoro en las zonas de los puntos conflictivos, es aún más importante mantener las características que facilitan ese nivel sonoro más bajo.

Las superficies de baja emisión han sido objeto de investigación de diferentes administraciones y empresas de construcción. Éstas han demostrado que los asfaltos porosos consiguen disminuir la generación de ruido siendo medidas técnicas que se complementan muy bien con las tomadas para reducir ruido de los motores, exhaustos y neumáticos de los vehículos. Estas medidas de pavimentos silenciosos tienen la ventaja de traer beneficios inmediatos, particularmente en zonas conflictivas de ruido.

La información de los ensayos de ruido realizados a nivel internacional, tanto en Europa como en América, muestran que el nivel de ruido de los pavimentos en concreto hidráulico es generalmente **3 dB(A) más alto que los pavimentos en mezcla asfáltica** (ASOPAC ,2004). Algunos ejemplos han mostrado una diferencia tan alta como 8 dB(A) (Casos de vías en Francia y Australia). Una apropiada selección del material en la capa de rodadura puede minimizar el problema de ruido. En muchos casos el mantenimiento del pavimento supera los fondos disponibles, pero el reciclaje del pavimento asfáltico se ha convertido en una opción de mantenimiento y rehabilitación poderosa y económicamente efectiva que además ofrece beneficios ambientales (ASOPAC ,2004).

Aunque en la gráfica se muestra que las reducciones de ruido por disminución de tráfico no son importantes -y además esta variable en Bogotá no se está relacionando mucho con el ruido- estas medidas sí logran un impacto positivo en la disminución de congestión, calidad del aire y seguridad vial. Además que ayuda a reducir los patrones de agresividad que se están presentando en los ciudadanos y se disminuye los riesgos para la salud física y mental de la población. Las reducciones de tráfico pueden ser alcanzadas promoviendo y fortaleciendo el transporte público y otros modos de transporte como la bicicleta, además de incentivar a la población a caminar distancias cortas.

Las restricciones a los vehículos ruidosos, además hay que tener en cuenta la Chatarrización del parque Automotor dedicado al Servicio Público, por cuanto sus síntomas de vejez, del parque automotor, implican un incremento sustancial de los niveles sonoros, este proceso de “chatarrización” se lleva a cabo en Bogotá desde 1993 se realiza bajo dos condiciones: vehículos que tengan más de 20 años de funcionamiento o que no cumplan con los requerimientos mecánicos y físicos para la prestación del servicio.

Por otra parte, la limitación de velocidad del tráfico también es una medida efectiva para la reducción del ruido, especialmente entre 50 y 80km/h. Aunque en Bogotá debido a las congestiones las velocidades promedio son mucho menores, por los patrones de conducción mencionados anteriormente, a veces se alcanzan y superan estas velocidades, por lo cual vale la pena invertir en el tema de una conducción más ecológica. Esto genera impactos positivos en el ahorro de combustible, la reducción de la contaminación atmosférica y la reducción de niveles de ruido.

De igual manera, cambiar los patrones de conducción agresiva aumenta la seguridad vial en Bogotá, la cual, como se mencionó antes es un tema de gran importancia para la ciudad. La formación en torno a la conducción ecológica y las campañas para sensibilizar a los ciudadanos que incluyan información sobre el problema del ruido, pueden por tanto concientizar a la gente acerca de este tema también.

Cuando no se logra mitigar el ruido por medidas en la fuente se usan barreras, sin embargo éstas se usan en sitios donde no hay peatones a lo largo de las vías. Por lo tanto servirían en sitios de transición entre rural –urbano, como son las entradas a Bogotá donde hay muy pocas zonas residenciales y no valdría la pena invertir en estas soluciones tan costosas.

Por otra parte, la Secretaria Distrital de Ambiente cuenta actualmente con un sistema de monitoreo de ruido a las operaciones del Aeropuerto Internacional El Dorado con el fin de proporcionar información técnica que permita al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establecer las herramientas de gestión necesarias para el cumplimiento de la normatividad ambiental de ruido. Adicionalmente cuenta con una unidad de monitoreo móvil para realizar mediciones de ruido principalmente en fuentes móviles (SDA, 2008). La Secretaria Distrital de Ambiente piensa ampliar para cubrir toda la ciudad, lo cual sería el paso necesario para fortalecer su gestión.

Los resultados del modelado del ruido y la contaminación se pueden visualizar inmediatamente. De este modo, la SDA puede reaccionar a tiempo ante el aumento de la contaminación en las calles y en coordinación con la Secretaria de Movilidad aplicar medidas de gestión del tráfico. Los resultados de la herramienta de cálculo se pueden usar para informar al público en línea sobre la contaminación atmosférica y la exposición al ruido. Así mismo esta información podría apoyar un Sistema de Vigilancia Epidemiológica que monitoree los niveles de ruido que afectan la salud de la población Bogotana.

De igual importancia son las medidas preventivas como la planeación del uso del suelo. Por ejemplo, en la resolución 0627 del 2006 se contempla que los mapas de ruido ambiental se utilicen como soporte en el desarrollo y actualización de los Planes de Ordenamiento Territorial-POT, siendo importante que en la actualización del POT de Bogotá realmente se incluya la información que la Secretaria Distrital de Ambiente ha generado con los mapas de ruido hechos por localidad, ya que en el actual POT no hay ninguna información acerca de la variable ambiental ruido. Ello ayudará sin lugar a dudas a establecer zonas acústicas sensibles mediante la distribución de las categorías de uso del suelo y la implementación de planes parciales para disminuir la necesidad de tráfico en determinados sectores.

La planificación urbanística es una herramienta de gran utilidad para prevenir los problemas de ruido, pero generalmente es difícil de aplicar en territorios ya consolidados o ciudades compactas, como es la ciudad de Bogotá. Sin embargo, para los futuros proyectos de la ciudad, como son el proyecto de Sistema Integrado de Transporte, la construcción de un Tren de Cercanías, el Metro y la construcción de nuevas vías, el incluir desde temprano la variable de ruido contribuirá a un desarrollo urbano más integral que articule los diferentes modos de transporte de la ciudad, mejore la calidad ambiental y por supuesto la calidad de vida de los/as Bogotanos/as.

La integración de los estudios de ruido en el proceso de planificación urbanística es fundamental para conseguir prevenir futuras afecciones acústicas, así como para identificar las ya existentes y generar las medidas que resulten adecuadas para combatirlas.

11.14 ANÁLISIS COSTO BENEFICIOS

Con un buen análisis de costo-beneficio es posible desarrollar un plan de acción contra el ruido en el que las ventajas de la reducción del mismo sean visiblemente mayores que los costes.

El análisis costo-beneficio también puede ayudar a establecer prioridades entre las diferentes opciones, a fin de garantizar que se inviertan fondos limitados con el mejor propósito (WG Health, 2003). Sin embargo, valorar las ventajas de la reducción del ruido no es nada fácil.

Estos estudios son una herramienta muy valiosa para los responsables locales puesto que indican los beneficios de la reducción del ruido en términos monetarios. Los responsables políticos necesitan hacer un balance entre los costes de reducir la exposición de ruido y las ventajas que genera esta reducción. Los estudios generan unas cifras que se pueden usar para realizar estimaciones mucho más sencillas de los beneficios a la hora de elaborar planes de atenuación contra el ruido, los cuales se refieren a medidas que disminuyen los niveles del mismo. Los resultados de estos estudios ayudan a los actores decisivos en la problemática a tomar decisiones al visualizar las ventajas que traen estos planes de atenuación de ruido.

Además de las ventajas directas a la sociedad de reducir los efectos percibidos, muchas medidas de la reducción del nivel de ruido pueden tener impactos más amplios adicionales, los cuales son positivos y mejorar la calidad de vida de la sociedad.

Una política económicamente óptima de la reducción del nivel de ruido reduciría el nivel de exposición de ruido en el coste monetario neto más bajo, mientras que intenta lograr otras ventajas y trata de minimizar cualquier impacto potencialmente adverso. Esto significa que los recursos economizados se podrían utilizar en otros aspectos y se puede evitar conflictos potenciales con otras áreas de política - la calidad del aire, la salud, etc.

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con la bibliografía revisada, el desarrollo de los objetivos y el análisis de la información y resultados obtenidos en el desarrollo de este proyecto de grado, se ha llegado a las siguientes conclusiones y recomendaciones como un aporte al manejo y gestión de la problemática ambiental de ruido en la ciudad de Bogotá como consecuencia de la movilidad urbana. A continuación se presenta las conclusiones en cuatro grupos: generales, análisis de ruido en la ciudad, metodologías y lineamientos.

Análisis de ruido en la ciudad

1. La línea de tiempo de Bogotá en el tema de transporte público muestra que durante el siglo **XX**, a éste se le dio más importancia que a las personas o al ambiente y a otros recursos del espacio público diferentes de las vías. Lo que favoreció simultáneamente un incremento de los vehículos particulares, con los consecuentes efectos negativos en el medio ambiente y en la sostenibilidad de la ciudad.
2. El crecimiento del parque de motocicletas el cual representa una solución de movilidad práctico y al mismo tiempo una herramienta de trabajo para muchas personas está tomando fuerza en Bogotá, donde se ha convertido en una causa adicional de congestión y de desorden del tránsito, de accidentalidad y por supuesto de incremento en los niveles de ruido.
3. Las encuestas de percepción ciudadana, ¿Bogotá Cómo Vamos? y como avanza la movilidad en el Distrito muestran que el ruido es uno de los más molestos contaminantes ambientales en la ciudad, del cual el 60% es generado por el tráfico rodado. Los/as bogotanos/as perciben altos niveles de ruido en la ciudad que relacionan con la congestión y la calidad de la malla vial, tendencia que se ha mantenido durante 10 años desde que se inició la encuesta BCV. De igual manera, los/as ciudadanos/as tienen la percepción que las administraciones de turno no han hecho mucho para mejorar la situación de ruido en la ciudad.

Generales

4. Los patrones de conducción merecen atención especial dentro de la evaluación de impacto ambiental de ruido en la ciudad, ya que con solo cambiar la manera de conducir se ha comprobado que se obtienen reducciones de ruido importantes. Además que se genera ahorro en el combustible y se aumenta la seguridad vial que representaría para la ciudad una solución adicional a la disminución de los altos índices de accidentalidad que se registran diariamente.
5. Las causas que deterioran el ambiente sonoro se pueden definir de manera técnica, pero la ausencia de legislación y en algunos casos del cumplimiento y vigilancia de las normas que controlan el nivel de emisión de los vehículos, así como la falta de una política ambiental bien definida sobre el tema, deben tenerse en cuenta como las causas más profundas de esta problemática.
6. La discusión y análisis de criterios que aquí se realizan deben ser considerados al realizar un proceso de Evaluación de Impacto Ambiental de ruido para el tráfico rodado. Muchos de los puntos enunciados deben ser estudiados con mayor profundidad para poder mejorar los procedimientos de medición y evaluación, y muchos de los criterios que se desean establecer en la ciudad deben ser sometidos a discusión para definirlos mejor, especialmente desde el punto de vista normativo. De manera tal que queda abierta la posibilidad de profundizar en el área con el fin de crear una metodología específica para este tipo de Evaluación de Impacto Ambiental.
7. La sensibilización de la población en el tema es fundamental, aumentar el conocimiento acerca de los impactos (sobre la salud) que produce la exposición al ruido y la relación entre el comportamiento propio (sobre todo el de los conductores) y la generación de ruido, puede aumentar la aceptación general de las medidas de reducción del ruido y la participación de la población en las medidas de reducción del mismo. Igualmente se podrían buscar objetivos más ambiciosos como cambiar la actitud hacia el transporte público con un mayor uso de la bicicleta y el caminar como alternativas menos ruidosas al empleo del vehículo particular.

Lineamientos

8. Las medidas de mitigación del ruido preventivas que se encuentren en vigor en la fuente del ruido deberían ser prioritarias, por lo cual cobra importancia las evaluaciones de impacto ambiental incluyendo investigación de futuras fuentes de ruido por tráfico como un procedimiento importante de gestión.
9. Es necesario reforzar la normatividad colombiana en ruido, debido a que existe confusión en cuanto a los niveles de ruido en las áreas contiguas a las vías, no hay niveles de emisión por tipo de vehículo principalmente para los de transporte público y vehículos pesados que son los que dominan el ruido por tráfico en la ciudad, además el hecho de no contar con normas de inmisión para proteger a los ciudadanos del ruido dentro de sus residencias, hace incierta la aplicación en la obtención de un clima de ruido favorable a los ciudadanos más expuestos.
10. Los modelos matemáticos usados para calcular niveles de ruido tanto en vías existentes como nuevas, son extranjeros y generan diferencias significativas con los medidos en terreno, lo que obliga a que deben ser evaluados, calibrados y validados para su aplicación a las condiciones locales de la ciudad de Bogotá.
11. La documentación acerca de la problemática de salud en Bogotá generada por el ruido especialmente por el de tráfico rodado es muy escasa, solo se han generado algunos informes por la Veeduría Distrital de Bogotá. Sin embargo es determinante para la solución del problema y las estrategias a proponer para su control y mitigación, caracterizar el problema no solo en cantidad de información sino también calidad de la misma.
12. La percepción ciudadana del ruido por tráfico no depende solamente de los niveles de ruido, sino también de diversos factores no acústicos como son las variables socioeconómicas, satisfacción con el entorno y de sensibilidad al ruido por lo cual la percepción del ruido por tráfico en la ciudad de Bogotá es muy heterogénea, para los habitantes del nororiente pueden ser un problema muy sentido, pero para los del sur y el occidente otros problemas sean mucho más importantes como la contaminación industrial del aire, la seguridad ciudadana, las inundaciones y el hacinamiento en las viviendas.

METODOLOGIAS RECOPIADAS

13. En las metodologías recopiladas, la iniciativa de mejorar tanto la normatividad de ruido como los procedimientos de medición y evaluación del mismo, responde a una realidad común de todos los países de controlar un tipo de contaminación que va en aumento, incluso para países como los europeos que llevan realizando control de esta variable durante décadas, por lo cual existe información técnica y diferentes proyectos a nivel mundial que generan un marco de conocimiento para la comparación de resultados y la aplicación de soluciones al contexto de la ciudad.
14. En las diferentes metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental por ruido se especifican procedimientos de medición, métodos de cálculo, recomendaciones para medidas de mitigación, procedimientos para encuestas de percepción ciudadana en el tema, todo esto con el fin de generar una guía metodológica para que los diferentes estudios sean realizados bajo parámetros similares o iguales y puedan compararse e integrarse las distintas zonas donde se realizan estos.
15. La normatividad de ruido en los diferentes países trata de seguir las guías generadas por la OMS y en estudios realizados de exposición- respuesta, para establecer los límites admisibles de ruido y proteger a la población de los efectos adversos del mismo, estos niveles varían entre 55-70 dB(A) para horario diurno y 40-65 en la noche. De ahí que los límites establecidos de ruido para vías en Bogotá los cuales son 80 diurno y 70 nocturno se consideran altos en comparación con diferentes legislaciones internacionales, porque a estos niveles ya se generan efectos negativos en la salud de la población según los estudios realizados por la OMS.
16. En las diferentes metodologías analizadas, se considera importante realizar un análisis de costo-beneficio, antes de implementar medidas de mitigación del mismo. Este análisis facilita las decisiones de los actores, ya que es importante aprovechar de la mejor manera, los presupuestos que generalmente son pequeños para encontrar soluciones viables tanto desde el punto de vista económico como técnico y, con un buen planteamiento costo-beneficio es posible desarrollar un plan de acción contra el ruido en el que las ventajas de la reducción del ruido sean claramente mayores que los costos.

17. Las encuestas de percepción constituyen una parte fundamental de las Evaluaciones de Impacto Ambiental. En los países europeos han propuesto establecer las relaciones dosis–respuesta, con el fin de documentar y soportar las legislaciones y establecer límites adecuados de ruido que protejan la población de los efectos negativos, considerando este procedimiento también una información básica para establecer zonas con mayores molestias de ruido, medidas de mitigación etc.
18. Es importante que en las encuestas de percepción ciudadana se establezcan las preguntas que han sido establecidas por Fields, con el fin de que la información recopilada suministre resultados que sean comparables a nivel internacional. Ello ayudaría a fomentar la acumulación de conocimiento que pueda mostrar las similitudes o diferencias entre distintos países y culturas en cuanto a la valoración de la molestia por ruido ambiental.

RECOMENDACIONES

Normativas

1. En el marco de la próxima revisión del **POT**, se recomienda establecer zonas acústicas sensibles indicando espacios relativamente tranquilos que deben protegerse de las nuevas emisiones de ruido, distribuyendo el uso del suelo de forma tal que la distancia entre las futuras emisiones acústicas y las áreas sensibles al ruido, sea lo suficientemente grande mediante la distribución de las categorías de uso del suelo y la implementación de planes parciales para disminuir la necesidad de tráfico en determinados sectores.
2. En zonas contiguas a las avenidas y autopistas clasificadas como sensibles por la presencia de residencias, hospitales, colegios, iglesias, hoteles y centros deportivos deben establecerse criterios rigurosos para la normatividad, bajo el principio que dentro de estas áreas se realizan actividades que no deben ser indebidamente perturbadas. Los criterios para establecer niveles de ruido deben ser más exigentes para las nuevas autopistas o vías arteriales que para las existentes.
3. Los criterios y límites de ruido establecidos en diferentes países y por la OMS se han basado en exámenes sociales documentados, los cuales definen una relación de la respuesta a la dosis entre el nivel de ruido y la molestia. Los criterios que regularmente se han usado son : (1) La pérdida auditiva (2) la molestia, sueño, e interferencia o disturbio de tarea, y (3) interferencia en la comunicación; No obstante la aplicación de este procedimiento genera una guía para determinar los límites de ruido por tráfico en el país. Es importante que se establezca las relaciones dosis-respuesta, con el fin de conocer la dimensión exacta de este problema ambiental local, es decir saber con exactitud la población afectada, niveles críticos de exposición e interferencias en las actividades de la población.
4. Proponer un mecanismo normativo para el ruido que genera el tráfico rodado ya que en la norma 0627 del 2006 no aparece ningún capítulo específico para la evaluación y control de este, y así reconocer que se trata de un fenómeno colectivo en el cual la responsabilidad se distribuye

entre todos los actores. Para disminuir los niveles de ruido global se requiere un enfoque integral que contemple tanto los aspectos legislativos como la planeación y construcción de las vías.

Gestión del ruido por tráfico

5. La gestión del ruido por tráfico exige un acercamiento holístico en el que una gran cantidad de actores deben actuar y coordinar planes de descontaminación acústica, los cuales están ligados a otros planes y herramientas tales como los planes de transporte público y los planes de desarrollo urbano. Éstos no sólo logran una reducción del ruido por tráfico sino que también se logra mejorar la movilidad desde el punto de vista ambiental. Es decir mejora la calidad del aire, la seguridad de tráfico, el rendimiento energético, por lo que implica reconocer que se trata de un fenómeno colectivo en el cual la responsabilidad se distribuye entre todos los actores. Para disminuir los niveles de ruido global, se requiere un enfoque integral que contemple tanto los aspectos legislativos como la planeación y construcción de las vías.

6. Con las recomendaciones enunciadas en este trabajo, es factible que el problema del ruido pueda disminuir en la ciudad; No obstante, es fundamental una cultura de respeto por el ambiente por parte de los usuarios del transporte vehicular en general. Por lo anterior, es necesario que la Secretaría de Movilidad y la de Ambiente promuevan campañas de concientización y cultura ciudadana, acerca del uso excesivo de la bocina y la conducción responsable, además de actualizar y mejorar la educación ambiental de las generaciones jóvenes.

7. Es responsabilidad de la Secretaria de Planeación Distrital y del Instituto de Desarrollo Urbano, considerar los impactos de ruido por tráfico tanto de las vías existentes como de los nuevos proyectos en la etapa de planeación del transporte de la ciudad. Para la nueva infraestructura y otros proyectos de construcción es necesario llevar a cabo evaluaciones de impacto las cuales deben incluir la variable ambiental ruido por tráfico, de manera que en esta fase de planificación se pueda detectar próximos conflictos

relacionados con el ruido y se puedan hacer las modificaciones necesarias que ayuden a reducir el impacto por el mismo.

8. Es responsabilidad de la Secretaria de Movilidad regular las emisiones de ruido de los vehículos e inspeccionarlos, supervisar y regular los vehículos excesivamente ruidosos con la aplicación de medidas de enforcement. Al igual que realizar un control policivo sobre el uso excesivo de la bocina y el obligatorio uso de silenciadores en los vehículos particulares, motocicletas, taxis, transporte públicos y vehículos pesados, aplicando medidas sancionatorias a los infractores.
9. Igualmente Animar a la comunidad a utilizar el transporte público y aumentar el número de pasajeros que viajan en cada vehículo particular y, conjuntamente con la Secretaria Distrital de Ambiente generar programas de Evaluación de Impacto Ambiental para vías existentes, y proponer la medidas de mitigación necesarias donde los límites de ruido por tráfico se estén excediendo, basando su prioridad en niveles de exposición y población afectada.
10. Se propone que la Secretaria de Salud de Bogotá genere programas de vigilancia epidemiológica del ruido para prevenir, detectar, controlar y/o rehabilitar dificultades en la salud, lo cual ayudará a caracterizar la problemática, de la cual existe poca información. Ello permitirá generar mayores registros de los efectos en la salud de la población Bogotana, sensibilizando y documentando al ciudadano mucho más sobre el tema, para propiciar su gestión y de ahí generar mejores estrategias para su control y mitigación. Esto se puede apoyar igualmente en la red de control y monitoreo de ruido la cual es necesario ampliar ya que en el momento solo cubre tres estaciones cercanas al aeropuerto.
11. En consideración al acuerdo que existe en el Plan Maestro de Movilidad de Bogotá para desestimular el uso del automóvil particular en la ciudad y **privilegiar el uso del transporte público, se debe** promover y ofrecer un servicio de transporte público masivo y colectivo de calidad, seguro y con tarifas al alcance de todos, si no se efectúa esta condición, las medidas para disminuir el uso de medios motorizados particulares no se podrán cumplir.

12. Con los nuevos proyectos de movilidad establecidos por el IDU y la Secretaria de Movilidad se recomienda aprovechar la oportunidad para realizar el reforzamiento de las calzadas y el mejoramiento de la malla vial de la ciudad, renovando no sólo las vías que serán usadas por Transmilenio sino también los carriles mixtos y el espacio público, además de ser indispensable reparar y mantener periódicamente esta infraestructura. Se puede usar estos cambios que se realizarán en la ciudad con los distintos proyectos de movilidad para buscar alternativas de superficies más silenciosas y favorables desde el punto de vista económico.
13. Para lograr un control efectivo sobre las fuentes móviles por parte de la Secretaria de Movilidad y la Secretaria de Ambiente, es necesario generar lo antes posible los límites de emisión de ruido por tipo de vehículo permisibles desde motocicletas hasta vehículos de más de 5 toneladas.
14. A través de ediles y concejales crear escenarios de participación por localidades para recoger las preocupaciones e inquietudes de la población acerca de la problemática ambiental de ruido generado por la movilidad en la ciudad. De esta manera enterar y generar conciencia y participación activa de la población en la solución del problema teniendo en cuenta su punto de vista, al igual que cuando se hace consulta pública sobre proyectos de renovación urbana incluir el tema de ruido.
19. Se recomienda que las evaluaciones de impacto acústico para el tráfico urbano contemplen los siguientes aspectos **para vías existentes**: definición de una línea base (clasificación de vías, áreas sensibles, factores de generación de ruido, identificación de todos los posibles receptores de ruido), determinación de los criterios de ruido que aplican para cada sección de la vía, campañas de mediciones para determinar si los niveles de ruido exceden los criterios para los puntos de monitoreo usando procedimientos establecidos y de ser necesario en vías donde haya alto flujo vehicular debe complementarse también con modelos de cálculo.

Los descriptores de ruido a usar en las mediciones deben ser los mismos de los criterios de ruido para que estos puedan compararse, después se debe realizar una evaluación del impacto comparando con los criterios de ruido establecidos, teniendo en cuenta área y población expuesta a éste y presencia de zonas sensibles dentro del área evaluada, cálculo del

volumen, composición y velocidades del tráfico proyectadas a cierto período de tiempo, cálculo de niveles de ruido en términos de los descriptores de ruido requeridos para cada receptor, recomendaciones para las medidas de mitigación en el área teniendo en cuenta la importancia del impacto, designando responsables de llevar a cabo estas medidas y en caso no ser viable ejecutar estas medidas, se debe justificar y explicar en detalle el porqué de la decisión. Además se debe realizar un análisis de costo-beneficio de las medidas de mitigación. Al igual que realizar encuestas de percepción de la respuesta al ruido de la población para comparar si esta coincide con los niveles de ruido obtenidos y con los establecidos en las normas, esta información debe ser tomada en cuenta dentro de la evaluación de los impactos de ruido y las propuestas para la mitigación del mismo.

15. Se recomienda para las evaluaciones de impacto de ruido por tráfico, para **vías nuevas y para adecuaciones y mejoras de las existentes**, contemplar los siguientes aspectos como primer paso determinar el propósito de la evaluación definición de la línea base (clasificación de vías, áreas sensibles, factores de generación de ruido, identificación de todos los posibles receptores de ruido), determinación de los criterios de ruido que aplican para cada sección de la vía, campañas de mediciones para determinar si los niveles de ruido exceden los criterios para los puntos de monitoreo usando procedimientos establecidos, los descriptores de ruido a usar en las mediciones deben ser los mismos de los criterios de ruido para vías nuevas o ampliaciones y mejoras de vías existentes para que estos puedan compararse.

Calcular los niveles de ruido en los receptores identificados, predicción de niveles de ruido a 5 o 10 años después se debe realizar una evaluación del impacto comparando con los criterios de ruido establecidos, teniendo en cuenta área y población expuesta a este y presencia de zonas sensibles dentro del área evaluada, cálculo del volumen, composición y velocidades del tráfico proyectadas, recomendaciones para las medidas preventivas y de mitigación de ruido en el área teniendo como prioridad las primeras, designando responsables de llevar a cabo estas medidas y en caso no ser viable ejecutar estas medidas, se debe justificar y explicar en detalle el porqué de la decisión, además se debe realizar un análisis de costo-beneficio de las medidas de mitigación. Al igual que realizar encuestas de percepción de la respuesta al ruido de la población para comparar si esta coincide con los niveles de ruido obtenidos con los

criterios de ruido establecidos en las normas, esta información debe ser tomada en cuenta dentro de la evaluación de los impactos de ruido y las propuestas para las medidas de mitigación del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

Gestión del Ruido Urbano

- Canter, L. (1998), Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, Madrid, McGraw Hill, pp. 369-412.
- IDEAM. (2006), Documento soporte de la resolución 0627. [en línea] disponible: en http://www.minambiente.gov.co/documentos/3126_1727_Documento_soporte_ruido_mayo_25.pdf, recuperado: 8 de septiembre del 2008.
- Moreno, M. *et al.* (2007), "Dilemas sociales y transporte urbano", en *Revista de psicología social*, vol. 22, Nº 3, pp. 255-266.
- Organización Mundial de la Salud. (1999), Guías para el ruido urbano, reunión del grupo de trabajo de expertos llevada a cabo en Londres, Reino Unido.
- World Health Organization-WHO. (2009), "Night noise Guidelines For Europe, Denmark" [en línea], disponible en: www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf, recuperado: 20 de junio del 2010.

Ruido y su valoración subjetiva

- Fields, J. (1997), Guidelines for reporting core Information from community noise Reaction surveys, *Journal of Sound and Vibration* vol. 206-5 pp. 685-695 [en línea] disponible: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WM3-45KKRF1-2T&_user=10&_coverDate=10%2F09%2F1997&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_searchStrId=1542076281&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=e8d0668d38d88cd4454ef36aeaecabd3&searchtype=a, recuperado: 4 de mayo del 2009.
- González, G. y A. Santillan. (2006), "Del concepto de ruido urbano al paisaje sonoro", en *Revista Bitacora Urbano Territorial*, vol 1 , N.10 pp. 39-52.
- Griefahn, B. (2009), "International Commission on Biological effects of noise ICBEN, Noise as a Public Health Problem" [en línea], disponible en: Disponible en <http://www.icben.org/>, recuperado 19 de junio del 2010.

- López, I. (2000), "Medio ambiente sonoro y su valoración Subjetiva", en revista Física y sociedad, Nº. 11, España, Instituto de Acústica (CSIC).
- López, I. (1997), "Medio ambiente y salud. Impacto del ruido", en revista del Colegio Oficial de Psicólogos, España, Instituto de Acústica CSIC.
- López, I. y J. Domingo. (2005), Calidad acústica urbana: influencia de las interacciones audiovisuales en la valoración del ambiente sonoro, en revista internacional de psicología, España, pp. 101-117. [en línea] disponible: http://digital.csic.es/bitstream/10261/7880/1/Calidad_acustica_urbana.pdf , recuperado: 3 de marzo del 2009.
- López, I. et al (2000), El estudio de los aspectos perceptivos en la acústica ambiental, en Revista de Acústica, Instituto de Acústica (CSIC), Vol. XXXI, pp. 34-38. [en línea] disponible en: <http://www.sea-acustica.es/revista/volxxxi34/07.pdf>, recuperado: 5 de marzo 2009.

Ruido en Colombia

- Acevedo, J. (2009), "Resumen del libro El transporte como soporte al desarrollo de Colombia, Una visión al 2040" [en línea], disponible en: <http://revistaing.uniandes.edu.co/index.php?idr=38&ids=58&ida=45816>, recuperado: 8 de abril del 2010.
- Behrentz, E, *et al.* (2009), "Lograr la sostenibilidad: un debate entre Bogotá y la región" [en línea], disponible en: <http://res.uniandes.edu.co/indexar.php?c=Revista+No+32> , recuperado: 3 de mayo del 2010.
- Bocarejo, J. (2009), "La movilidad bogotana en el largo plazo y las Políticas que garanticen su sostenibilidad" [en línea], disponible en: http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932009000100010&lng=es&nrm=iso>, recuperado: 19 Julio del 2010.
- Bogotá Cómo Vamos. (2009), "Encuesta de percepción ciudadana, ¿Bogotá como vamos? 1997-2009" [en línea], disponible en: <http://www.bogotacomovamos.org/scripts/encuestap.php#> , recuperado 5 de mayo 2009.
- Eduardo B. *et al.* (2009), "Lograr la sostenibilidad: un debate entre Bogotá y la región" [en línea], disponible en: <http://res.uniandes.edu.co/indexar.php?c=Revista+No+32> , recuperado: 3 de mayo del 2010.

- Cámara de Comercio de Bogotá. (2010), "Indicadores de movilidad Bogotá, 2010" [en línea], disponible en: <http://camara.ccb.org.co/contenido/contenido.aspx?catID=127&conID=6528>, recuperado: 5 de mayo del 2010.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2009), "Indicadores de movilidad 2009", [en línea], disponible en: <http://camara.ccb.org.co/contenido/contenido.aspx?catID=695&conID=4898>, recuperado: 5 de mayo del 2010.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE. (2008), Transporte urbano de pasajeros, Bogotá. [en línea] disponible: http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&task=category§ionid=15&id=55&Itemid=237 recuperado: 9 de Noviembre del 2008.
- IDEAM. (2007), Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia: calidad del aire, pp. 204-205. [en línea] disponible en <http://intranet.ideam.gov.co:8080/openbiblio/Bvirtual/020650/InformealtacalidadCompleto.pdf> recuperado: 6 de junio del 2010.
- Informe de Gestión ambiental. (2008), Secretaria del Ambiente, Bogotá. [en línea] disponible en : http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/informe_gestion_2008.pdf recuperado: 3 de febrero del 2009.
- Jaramillo, C., *et al.* (2009), "Incremento del parque automotor y su influencia en la congestión de las principales ciudades colombianas" [en línea], disponible en: http://egal2009.easyplanners.info/area05/5733_Rios_Rivera_Paula_Andrea.pdf, recuperado: 4 de mayo del 2010.
- Montezuma, R. (2000, julio), "Bogotá movilidad y espacio público en el siglo XX" en *Revista Javeriana*, Vol. 135, núm. 666, pp. 471-494.
- Olmos, L. (2008), "Modelo virtual para analizar tráfico automotor en Bogotá" [en línea], disponible en: [http://www.prismatv.unal.edu.co/?tx_ttnews\[tt_news\]=530&no_cache=1](http://www.prismatv.unal.edu.co/?tx_ttnews[tt_news]=530&no_cache=1), recuperado: 25 de abril del 2010.
- Pulido, H. (2008), "Condiciones flexibles de trabajo y conocimiento psicológico: El caso del servicio tradicional de transporte de pasajeros en Bogotá, Colombia" en *Revista Iberoamericana de Psicología: Ciencia y Tecnología*, pp. 9-18.

Ramusen, H. (2002), "Tráfico rodado" [conferencia], Seminario técnico administrativo del ruido causado por fuentes móviles, Bogotá.

Rodríguez, L. (2003), *Empresas públicas de transporte en Bogotá*, Bogotá, siglo XX.

Suarez, G. (2007), "Movilidad Urbana en la Bogotá del siglo XX, Macroproyectos de Movilidad urbana y construcción de la ciudad", [en línea], disponible en: http://www.utadeo.edu.co/dependencias/publicaciones/macroproyectos_de_movilidad.pdf, recuperado: 7 de mayo del 2010.

Bogotá Cómo Vamos(2010), Encuesta de percepción ciudadana, ¿Bogotá como vamos? 1997-2009. [en línea] disponible: <http://www.bogotacomovamos.org/scripts/encuestap.php#> , recuperado : 5 de mayo 2009.

Veeduría Distrital (2008), Como avanza la movilidad en el Distrito, Bogotá 2006-2008. [en línea] disponible :www.veeduriadistrital.gov.co recuperado: 5 de mayo 2009.

Cámara de comercio Bogotá (2010), indicadores de movilidad 2010, Bogotá, 2010.[en línea] disponible: <http://camara.ccb.org.co/contenido/contenido.aspx?catID=127&conID=6528> recuperado: 5 de mayo 2009.

Cámara de comercio Bogotá (2009), indicadores de movilidad 2009, Bogotá,2009. [en línea] disponible: <http://camara.ccb.org.co/contenido/contenido.aspx?catID=695&conID=4898> recuperado: 5 de mayo 2009.

Ruido y planificación urbanística

Comisión Europea. (1996), "Política futura contra el ruido" Bruselas[en línea] disponible: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:1996:0540:FIN:ES:PDF>, recuperado: septiembre 10 del 2008.

Comisión Europea. (2002), "Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental" [en línea] disponible: http://www.mambiente.munimadrid.es/opencms/export/sites/default/calaire/Anexos/Directiva_2002_49_CE.pdf recuperado: septiembre 15 del 2008.

Comisión Europea. (2009), “Planes de acción contra el ruido en el ámbito local, recomendaciones del proyecto SILENCE” [en línea], disponible en: <http://silence.euregio.net/site/> , recuperado: 9 de junio de 2009.

Directrices para la reducción del ruido por tráfico rodado. (2003), “Sustainable Mobility Initiatives for Local Environment”, Berlin, editorial.[en línea] disponible:
http://www.enviplans.net/guidelines/reading/noise/road_traffic_es.pdf
recuperado: Noviembre 10 del 2008.

Directrices para la reducción del ruido causado por el Tráfico Rodado. (2004), “Proyecto Europeo SMILE Sustainable Mobility Initiatives for Local Environment”, comisión europea, [en línea], disponible en: www.smile-europe.org, recuperado: 24 de noviembre del 2008.

Organización Mundial de la Salud. (1999), “Guías para el ruido urbano, reunión del grupo de trabajo de expertos llevada a cabo en Londres, Reino Unido” [en línea], disponible en: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/ruido/ruido2.pdf>, recuperado: 24 de noviembre del 2008.

WHO Regional Office for Europa. (2006), “Health effects and risks of transport systems: the HEARTS project” pp. 13-15. [en línea] disponible:
http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0013/91102/E88772.pdf
recuperado: noviembre 20 del 2009.

World Health Organization. (1995), “Guidelines for Community Noise” [en línea], disponible en: <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>, recuperado: 16 de abril del 2010.

Trabajo de grado

Krauss, F. (2003), *Metodología para la evaluación del ruido por tráfico vehicular en zonas urbanas: aplicación a la comuna de Santiago* [trabajo de grado], Chile, Universidad Santiago de Chile, carrera de ingeniera geográfica.

Martinez, A. (2005) , *Ruido por tráfico urbano, conceptos medidas descriptivas y valoración económica* [trabajo de grado], Cali, Colombia, Universidad autónoma de Occidente, carrera de economía y administración.

Pacheco, J. (2009), *Caracterización de los niveles de contaminación por ruido en Bogotá – estudio piloto* [trabajo de grado], Bogotá, Universidad de los Andes, carrera de ingeniería ambiental y civil.

Metodologías

Comisión Europea. (1996), “Política Futura de lucha contra el ruido, libro verde de la Comisión Europea”

Comisión Europea. (2000), “Position paper on EU noise indicators” [en línea], disponible en: http://circa.europa.eu/Public/irc/env/noisedir/library?l=/position_papers/noiseindicatorspdf/_EN_1.0_&a=d, recuperado 9 de junio del 2010.

Comisión Europea. (2002), “Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance” [en línea], disponible en: http://circa.europa.eu/Public/irc/env/noisedir/library?l=/position_papers/expert_networkpdf/_EN_1.0_&a=d, recuperado: 9 de junio del 2010.

Comisión Europea. (2003), “Working Group on Health and Socio –economic aspects valuation of noise” [en línea] disponible: http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/valuatio_final_12_2003.pdf recuperado: 9 de Junio del 2010.

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). (2007), “Guía para la evaluación de impacto ambiental de ruido” [en línea], disponible en: <http://www.conama.cl/portal/1301/propertyvalue-15491.html>, recuperado: 31 de Abril del 2010.

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). (2008), “Levantamiento de Información de Entrada de Modelo de Predicción de Ruido y Aplicación en Caso Piloto” [en línea] disponible: http://www.sinia.cl/1292/articles-46174_recurso_1.pdf recuperado: 4 de mayo del 2010.

Environment Protection Authority. (1999), “Environmental criteria for road traffic noise” [en línea], disponible en: www.epa.nsw.gov.au, recuperado: 24 de Noviembre del 2009.

Environment and Transportation. (1999), “Ontario Canada” [en línea], disponible en: <http://www.ene.gov.on.ca/envision/gp/1527e.pdf>, recuperado: 22 de Junio del 2010.

Federal Highway Administration. (1995), “Highway traffic noise analysis and abatement policy and guidance” [en línea], disponible en: <http://www.fhwa.dot.gov/environment/polguid.pdf>, recuperado: 21 de junio del 2010.

- Federal Transport Administration. (2006), "Transit Noise and Vibration Impact Assesment" [en línea], disponible en: http://www.fta.dot.gov/documents/FTA_Noise_and_Vibration_Manual.pdf, recuperado: 23 de Noviembre del 2009.
- ICONTEC, Norma Técnica Colombiana. (2006), NTC 3522 Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental parte 1: cantidades básicas y procedimientos de evaluación, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación-ICONTEC.
- ICONTEC, Norma Técnica Colombiana. (2003), NTC 3521 Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental Aplicación de los limites de ruido, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación-ICONTEC.
- ICONTEC, Norma Técnica Colombiana. (2003), NTC 3520 Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental parte 1: obtención de datos relativos al uso en campo, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación-ICONTEC.
- International Organization for Standarization. (2003), Description, measurement and assesment of environmental noise -- Part 1: Basic quantities and assesment procedures, International Organization for Standardization.
- NSW Road Noise Policy, Department of Environment. (2010), "Climate Change and Water NSW, Sydney 2010" [en línea], disponible en: <http://www.environment.nsw.gov.au/resources/noise/2010218draftroadnoiseol.pdf>, recuperado: 21 de Julio 2010.
- Division, Legislative Council Secretariat, Hong Kong. (2006), "Mitigation Measures against Road Traffic Noise in Selected Places" [en línea], disponible en: <http://www.legco.gov.hk>, recuperado: 26 de noviembre 2009.
- Roads, M. (2008), "Road traffic noise management - code of practice, Australia" [en línea], disponible en: <http://www.mainroads.qld.gov.au/en/Environment/Sustainability/Noise-management.aspx> , recuperado: 23 de Noviembre del 2009.
- Secretaria Distrital de Ambiente. (2001), Evaluación por contaminación por ruido en la localidad Engativá y Fontibón, Bogotá, Universidad INCCA de Colombia.
- Secretaria Distrital de Ambiente. (2000), Evaluación por contaminación por ruido en la localidad Puente Aranda, Bogotá, Universidad INCCA de Colombia.