

**COMPARACIÓN SISTÉMICA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR RUIDO
EN BOGOTÁ D.C. - ESTUDIO DE CASO AREA DE INFLUENCIA DEL AEROPUERTO EL DORADO
EN LA LOCALIDAD DE ENGATIVÁ, 2012 -**

HUMBERTO TORRES CASTAÑO

**UNIVERSIDAD LIBRE
INSTITUTO DE POSGRADOS INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL
BOGOTÁ
2013**

**COMPARACIÓN SISTÉMICA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR RUIDO
EN BOGOTÁ D.C. - ESTUDIO DE CASO AREA DE INFLUENCIA DEL AEROPUERTO EL DORADO
EN LA LOCALIDAD DE ENGATIVÁ, 2012 -**

AUTOR:

HUMBERTO TORRES CASTAÑO

Código:068122025

DIRECTOR:

JULIO CESAR RAMÍREZ

UNIVERSIDAD LIBRE

INSTITUTO DE POSGRADOS INGENIERÍA

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL

BOGOTÁ

2013

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C., 15 de junio de 2013

DEDICATORIA

A la memoria de mis padres, a mis hijos, a mis hermanos, a la fiel ayuda de mis amigos, y a todo el amor incondicional que recibo en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría Distrital de Ambiente, especialmente al ingeniero Rodrigo Molano.

A la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital.

A la Secretaría Distrital de Planeación, especialmente a los ingenieros Edward Martín Salamanca Morales y Mery Isabel Parada Ávila.

CONTENIDO

	pág
0. INTRODUCCIÓN	11
1. ANTECEDENTES	14
2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
3. JUSTIFICACIÓN	20
4. OBJETIVOS	21
4.1 OBJETIVO GENERAL	21
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
5. MARCOS REFERENCIALES	22
5.1. MARCO TEÓRICO	22
5.1.1 La contaminación sonora	22
5.1.2 ¿Qué es el ruido?	22
5.1.2.1 Características del ruido	23
5.1.2.2 Efectos en el ser humano	24
5.1.2.3 El ruido y la ciudad	28
5.1.2.4 Mapas de Ruido en Bogotá	31
5.2. TEORIA GENERAL DE SISTEMAS	32
5.3. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	37
5.3.1 Componentes del Sistema de Información Geográfica.	38
5.3.1.1 Hardware.	39
5.3.1.2 Software.	39
5.3.1.3 Orgware.	39
5.3.1.4 Bases de datos.	40
5.3.1.5 Aplicaciones.	40
5.3.2 Procesos y Elementos del SIG	41
5.4. MARCO CONCEPTUAL	43

5.5.	MARCO LEGAL	51
6.	METODOLOGÍA	56
7.	ASPECTOS FINANCIEROS	63
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	64
8.1.	DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	64
8.1.1	La localidad.	64
8.1.2	El área de influencia del Aeropuerto El Dorado (zona de estudio)	72
8.2.	RECOLECCIÓN DE DATOS: ESPACIALES Y DE RUIDO	75
8.3	ANÁLISIS ESPACIALES DEL COMPORTAMIENTO DE LA CONTAMINACIÓN SONORA	82
9.	CONCLUSIONES	86
10.	RECOMENDACIONES	99
	BIBLIOGRAFÍA	92
	ANEXO 1. MAPAS	95

LISTA DE CUADROS

		pág
Cuadro 1.	Causa, moderación y efectos del ruido sobre las personas	24
Cuadro 2.	Resolución 0627 de 2006	54
Cuadro 3.	Modelo lógico normalizado	60
Cuadro 4.	Delimitación de Engativá	64
Cuadro 5.	Uso del suelo en la localidad de Engativá	68
Cuadro 6.	Los barrios que conforman las diferentes UPZ de la localidad	68
Cuadro 7.	Distribución de manzanas de la localidad de Engativá por estrato	70
Cuadro 8.	El Aeropuerto como una centralidad del Distrito Capital, controlada por el gobierno nacional	72
Cuadro 9.	Distribución de las manzanas del área de estudio por estrato y UPZ	74
Cuadro 10.	Distribución de manzanas, entre nivel de afectación bajo, medio y marginal	84

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Engativá. Pirámide de población por sexo 2005, 2011 y 2015	42
Figura 2. Esquema metodológico	56
Figura 3. Niveles jerárquicos del estudio	58
Figura 4. Modelo Entidad-Relación normalizado	60
Figura 5. Leyenda del Grado de afectación del ruido frente a la norma de uso en la localidad de Engativá	62
Figura 6. Engativá. Pirámide de población por sexo 2005, 2011 y 2015	67
Figura 7. Estratificación Socioeconómica de la Localidad de Engativá	71
Figura 8. Distribución de manzanas por estrato y UPZ	74
Figura 9. Usos permitidos en la Localidad No. 10 de Engativá.	76
Figura 10. Estructura Ecológica de la Localidad No. 10 de Engativá.	77
Figura 11. Mapa de ruido periodo diurno para el área de estudio.	79
Figura 12. Mapa de ruido periodo nocturno para el área de estudio	80
Figura 13. Leyenda para interpretación de colores en el mapa de ruido ambiental para los periodos diurno y nocturno.	81
Figura 14. Grado de afectación del ruido frente a la norma de uso en la localidad de Engativá.	83
Figura 15. Distribución de manzanas por nivel de afectación por ruido	84
Figura 16. Distribución de manzanas por nivel de afectación por ruido y UPZ	85

LISTA DE ANEXOS

	pág
Anexo 1 Mapas	96
Mapa 1. Estratificación Socioeconómica de la Localidad de Engativá	
Mapa 2. Usos permitidos en la Localidad No. 10 de Engativá.	
Mapa 3. Estructura Ecológica de la Localidad No. 10 de Engativá.	
Mapa 4. Mapa de ruido periodo diurno para el área de estudio.	
Mapa 5. Mapa de ruido periodo nocturno para el área de estudio	
Mapa 6. Grado de afectación del ruido frente a la norma de uso en la localidad de Engativá.	

0. INTRODUCCIÓN

Todos y todas soñamos con tener acceso a una larga lista de bienes y servicios, que varían según la localización, el género, la raza y, la condición social, entre otros factores. Algunos de éstos son: empleo estable, ingreso, propiedad, acceso al crédito, acceso a la vivienda, niveles de consumo mínimo, educación, salud, habilidades y capital cultural, estado del bienestar, ciudadanía, igualdad jurídica, participación democrática, bienes públicos, aceptación racial (respecto de la raza dominante), familia, humanidad, respeto, calidad de vida, (Sen. 1976, p. 1) y ambiente sano.

En la construcción de una sociedad que mejore la calidad y cobertura del “bienestar común” se debe tener en cuenta el consumo de bienes privados en relación con el de bienes públicos (incluido el ambiente), los dos coexisten y se relacionan. Por ejemplo, si una noche alguien llega tarde a su casa, que se localiza en un sector con un nivel de seguridad bajo (mal público) y le roban el celular, éste ciudadano debe suplir su necesidad de comunicación con la compra de un nuevo celular (bien privado). Igual ocurre con el ambiente, pues si se habita un sector con excesivos niveles de ruido (por encima de la norma) y, con el paso del tiempo se pierde audición, se deben dirigir recursos a adquirir prótesis auditivas (que son costosas) o quedar aislado. El ruido no siempre genera la pérdida del oído, pero su manifestación continuada puede generar diferentes problemas de salud, que pueden ir desde dolores de cabeza, dificultades para dormir, falta de concentración y reducción de la capacidad de trabajo por fatiga, hasta tensión nerviosa permanente.

Las Organizaciones: Mundial de la Salud (OMS) y Mundial para el Comercio y el Desarrollo Económico, consideran la contaminación acústica como un indicador de calidad del ambiente urbano.

La mitigación del ruido, como un “mal público” producto de la aglomeración, es competencia de los Estados, que sabiendo las consecuencias de éste, promulgan una política pública.

Andre Roth plantea que “existe la política pública siempre y cuando las instituciones estatales asuman total o parcialmente la tarea de alcanzar objetivos estimados como deseables o necesarios, por medio de un proceso destinado a cambiar un estado de cosas percibido como problemático” (Roth, 2007, p.27). En Colombia la política pública dirigida a controlar el ruido, establece normas que fijan límites de emisión sonora. Estas pautas se instrumentalizan en el país por el Ministerio de Ambiente y, en Bogotá, por la Secretaría Distrital de Ambiente.

Con el propósito de realizar un análisis sistémico de la contaminación del aire por ruido en Bogotá, se buscó estudiar uno de los más evidentes focos de contaminación: el Aeropuerto “El Dorado”, el cual es, a la vez, generador de un mal público (ruido) y de un bien público (transporte de personas y mercancías). Sin el terminal aéreo Bogotá quedaría aislada.

El estudio se hizo específicamente sobre el área de influencia del aeropuerto El Dorado de la localidad Engativá, comparando los topes máximos de emisión de ruido definidos por la normatividad vigente, con su cumplimiento (mapa de ruido emitido por la Secretaría de ambiente). Los resultados permitieron evaluar la política pública y sustentaron la emisión de recomendaciones, que pueden ser consideradas por los planificadores urbanos de la ciudad capital, en busca de la construcción de una ciudad más sana.

El presente trabajo permitió construir marcos referenciales, estimar posibles metodologías y seleccionar una (comparación), caracterizar el área de estudio, gestionar la entrega de los mapas de ruido (con la Secretaría Distrital de Ambiente), para luego contrastarlos con los de uso permitido de los predios (provistos por la Secretaría Distrital de Planeación) con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica y, por este camino, medir la pertinencia de la política pública de control de la contaminación sonora en este territorio.

1. ANTECEDENTES

Múltiples explicaciones sobre la ciudad coexisten como partes de lo verosímil, de lo que nos parece que puede proporcionar cierto sentido a la vida urbana. Pero la suma de todas estas definiciones no se articula fácilmente, no permite acceder a una definición unitaria, satisfactoria, más o menos operacional, para seguir investigando las ciudades. Esta incertidumbre acerca de la definición de la ciudad se vuelve aún más vertiginosa cuando llegamos a las megaciudades¹ de nuestro tiempo.

Estas megaciudades, con más de ocho millones de habitantes, escasas en 1950 (sólo Nueva York y Londres), en 1970 ya eran once, cinco de ellas en el llamado tercer mundo, tres en América Latina y dos en Asia. Para el año 2.015, según las proyecciones de las Naciones Unidas, habrá treinta y tres megaciudades, de las cuales veintiuna estarán en Asia. Estas megalópolis impresionan tanto por su desaforado crecimiento como por su compleja multiculturalidad, que desdibujan su sentido histórico y contribuyen a poner en crisis las definiciones con que se pretende abarcarlas.

Pero bueno, la definición de ciudad que se toma como referencia para este estudio es aquella que es un sistema², subsumido en uno mayor y que a la vez subsume otros. Por tanto, se considera a la ciudad un sistema evolutivo complejo auto-organizado, en acuerdo con lo planteado por autores de la Escuela de Geografía Francesa.

¹ ¿Qué es una megaciudad? Los estudios realizados en los últimos años en ciudades como Los Ángeles, México y Sao Paulo, conducen a reformular la noción habitual en la bibliografía especializada, que usa ese término para referirse a la etapa en la que una gran concentración urbana integra otras ciudades próximas y conforma una red de asentamientos interconectados.

² Entendido por Bertalanffy (1977) como un arreglo de componentes que funcionan como una unidad en movimiento constituido por componentes, interacciones entre componentes, entradas, salidas y límites.

Este sistema complejo ciudad, lo es en la medida en que posee grandes momentos de inestabilidad que lo hacen diferente de los otros y le hacen posibles varios futuros de muy difícil identificación. Las formas producidas no son enteramente determinadas por las interacciones elementales, sino más por las relaciones de inestabilidad que sin duda se presentan en la ciudad, constituyendo múltiples soluciones posibles.

La dinámica de los sistemas ha subrayado el papel de las interdependencias entre los constituyentes de la ciudad, en la complejidad de sus funcionamientos y en los efectos contra-intuitivos obtenidos por las políticas de agregación. Sin embargo, los ejercicios de modelación de la ciudad han permitido, con grandes limitantes, confrontar las propuestas teóricas que describen la dinámica de las ciudades en términos de autoorganización, con observaciones efectuadas sobre la evolución real.

En el principio de la autoorganización, desarrollado por Capra, *“...el sistema social es una organización como el individual, unida por un sistema de comunicación e imbuida de una dinámica en la que procesos circulares de naturaleza retroalimentadora tienen un papel principal”* (Capra, La trama de la vida, 1998) Es decir que los sistemas se auto-organizan con base en su estructura interna, alcanzando alguna autonomía, que no responde a la interacción con su entorno, lo cual no indica que estén aislados de su ambiente. La ciudad construida “involuntariamente” por el juego de actores, que ajustan constantemente su comportamiento en función de las interacciones entre ellos y los cambios de condiciones intervinientes en el entorno de la ciudad, constituyen aquello que llamado la autoorganización.

Las decisiones sobre el territorio ciudad tienen que contemplar en paralelo objetivos agrupados dentro de la actual teoría de planeación bajo los conceptos de competitividad, sostenibilidad y cohesión social. Caso a caso, las decisiones

pueden dar preeminencia a un objetivo, pero los demás deben también optimizarse mediante la inserción de las actuaciones en estrategias globales que analicen y promuevan paquetes de políticas y actuaciones, sin favorecer el desarrollo de un objetivo a costa de los otros; si no se consigue un equilibrio en las actuaciones, el resultado final es negativo.

Las ciudades, en las últimas décadas, tienden a crecer de forma difusa, convirtiéndose en un complejo sistema de urbanizaciones con flujos crecientes de intercambio de personas, materiales e información, que segregan funciones y grupos sociales. En los últimos 30 años las ciudades colombianas han ocupado más suelo que en el resto de su historia. Esta urbanización dispersa olvida el funcionamiento de los sistemas interurbanos permitiéndose así impactos capaces de obstaculizar la sostenibilidad local y global.

Los sistemas naturales como la atmósfera (aire, clima, etc), el agua (ciclos hidrológicos superficiales, subálveos y mar) y el suelo (características edáficas y topográficas, etc.) son el soporte de los ecosistemas naturales o creados por el hombre, incluidas las ciudades. El conjunto de los recursos naturales constituye el capital natural de nuestras sociedades, que junto con las propias ciudades es su principal capital fijo. El capital natural no está sometido al adecuado control social sufriendo pérdidas, muchas veces irreparables, que acumulan una importante deuda ambiental que condiciona el desarrollo futuro.

Para buscar medidas de control sobre los sistemas inter e intra-urbanos de corto, mediano y largo plazo, deben abordarse estudios de caracterización del capital natural capaces de relacionar variados tipos de información, a partir de: la contabilidad de los recursos, el consumo y los residuos de distinto tipo producidos; el establecimiento de criterios para evitar la degradación; la evasión de pérdidas innecesarias; la compensación de las que se produzcan, la regeneración del

capital degradado y la toma de medidas para aumentar el capital total con la recuperación de pérdidas producidas en épocas anteriores.

A fin de abordar en problema ambiental, y en particular, en materia de mitigación del ruido, se hace necesario hacer una evaluación de la política pública que se viene aplicando en los últimos años, en busca de entender las relaciones que en esta materia se generan en el ecosistema urbano llamado Bogotá.

2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El fenómeno urbano en la actualidad adquiere vital importancia al difundirse como patrón en la mayoría de los asentamientos humanos más densamente poblados. La ciudad como espacio social construido es el símbolo de la representación de los hechos propios de lo urbano. Las diversas manifestaciones que emergen allí son producto de múltiples comprensiones que disputan entronizar su discurso tanto en el sentido común, como en los ámbitos más especializados.

El aproximarse a las reestructuraciones de las distribuciones socio-espaciales es una prioridad en momentos de implosión y explosión de las urbes contemporáneas. Todo parece indicar que las grandes ciudades se verán abocadas a replantear sus estilos de habitabilidad y las formas de apropiación del medio ambiente.

Bogotá no es la excepción a tal situación, ya que enfrenta procesos de conurbación y metropolización que de una u otra manera dinamizan impactos que trascienden tanto el nivel inter-urbano, como el intra-urbano de su contexto. A nivel intra-urbano es claro el impacto que la actividad humana genera sobre el ambiente, en particular es de interés evaluar la contaminación sonora, desde la revisión de la política pública que busca mitigarla.

El Dorado, como cuarto aeropuerto latinoamericano en transporte de pasajeros, ha alcanzado cifras record como la registrada el 23 de septiembre de 2011 de 1.012 operaciones/día (Revista Dinero. Edición 442 septiembre 4 semana de 2011), consecuente con la registrada en Semana Santa 2013 de 8.049 operaciones/semana.

¿Acaso este volumen de entradas y salidas de aviones afecta la calidad de vida de los vecinos al aeropuerto? Si bien para todos es clara la respuesta, se quiere establecer a la luz de la normativa vigente y de su aplicación (en la zona contigua al Aeropuerto El Dorado) cuál es el grado de afectación por ruido que padece la Ciudad Capital a la luz de las normas vigentes?

El notable aumento en el número de operaciones, del recién remodelado Aeropuerto El Dorado, queda en evidencia cuando se dice que durante el año 2012 se movilizaron 21 millones de pasajeros, y que el gobierno nacional decidió que el Aeropuerto de CATAM debe ser llevado fuera de Bogotá (a la población cercana de Madrid para dar más lugar a necesarias expansiones). Un impacto por ruido que crece y crece.

La presente investigación pretende entender la contaminación por ruido en Bogotá, con base en la política pública y desde un estudio de caso para el área de influencia del Aeropuerto El Dorado (localidad Engativá para el 2012), con el uso de las herramientas provistas por los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

3. JUSTIFICACIÓN

La búsqueda del bienestar del ser humano hace que se requiera indagar acerca de los fenómenos que lo afectan y, sin duda, uno que está presente en el aire es el ruido. Si bien el sonido es inherente a la actividad humana, no todas las actividades que realizamos generan ruido, pues éste sólo ocurre cuando se presenta degradación de la relación entre las personas o comunidades y su entorno. El progreso técnico, los medios de transporte, el hacinamiento, los hábitos culturales y, el crecimiento urbano incrementan la generación del ruido.

La necesidad de conocer la pertinencia de las políticas actuales de control del ruido en Bogotá, una gran metrópoli con más de 7,5 millones de habitantes, justifica la presente investigación. Se busca establecer, con la ayuda de un estudio de caso del área de influencia del Aeropuerto El Dorado (en la localidad de Engativá, para el año 2012), si la normativa nacional y distrital vigente, y su aplicación ejercida por las autoridades ambientales, estimula que el sistema llamado Bogotá esté en equilibrio ambiental.

Como ciudadano habitante del sector, como ingeniero catastral y geodesta, como especialista en Gerencia Ambiental me interesa indagar sobre una política ambiental que, desde el nivel de la percepción, no funciona. Se pretende entender con el uso de herramientas de punta y la generación de cartografía temática ¿qué tan efectiva es la política de control de ruido en Bogotá?, es decir hacer la evaluación de una política pública, de carácter ambiental, con la ayuda de los sistemas de información geográfica (SIG).

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis sistémico de la contaminación del aire por ruido en la localidad de Engativá, comparando la normatividad existente con su cumplimiento, con el fin de producir un diagnóstico y algunas recomendaciones.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Construir un marco referencial respecto de la contaminación del aire por ruido (teórico, normativo y conceptual).

Realizar el modelamiento de sistemas de información geográfica necesario para generar la cartografía temática de conflicto para el área de estudio.

Hacer el análisis de la cartografía resultado y emitir recomendaciones que las autoridades ambientales puedan usar para mejorar la política pública de control de ruido.

5. MARCOS REFERENCIALES

5.1 MARCO TEÓRICO

5.1.1 La contaminación sonora

El conflicto generado por ruido es un proceso desarrollado en el ámbito público que involucra acciones colectivas, con significantes diferentes para los distintos actores, reconocidos en oposición.

En Colombia, no se puede decir que el conflicto con fuente en el ruido haya llegado a ser un conflicto social, lo cual se debe a que si bien es un problema manifiesto (actores en oposición), de hecho (activo) y asimétrico (actores con diferentes grados de incidencia), su desarrollo es intermitente (interrumpida presencia de acción social) y su finalización o mitigación depende del Estado, a través de resolución por vía gubernativa (aplicación de normas sobre aquellos actores generadores de la emisión sonora). La acción como regulador es ejercida por el Estado que, en Bogotá, D.C., es de competencia de los Alcaldes Locales.

5.1.2 ¿Qué es el ruido?

La organización Mundial de la Salud se refiere al ruido como la molestia frente a un sonido, lo cual significa que depende de la percepción que por el sentido del oído se tiene frente a un estímulo, habitualmente generado por los seres humanos. Entonces, una pieza de rock puede ser valorada en forma positiva por un joven, mientras que para su abuelo puede ser ruido. (Guía para ruido urbano. OMS. 1999).

Por encima de los 120 decibeles el ruido causa dolor y trae lesiones físicas graves, que pueden llegar a la pérdida del oído. Un motor de avión a tres metros produce 120/130 decibeles. Un recital de rock 108/114, una moto a 12 metros 90, una licuadora común 95, un ventilador 78, un televisor a medio volumen 70 y un recreo escolar 58/70.

Tanto el ruido como el sonido se expresan en decibeles (dB) y se miden con instrumentos llamados sonómetros. En la mayoría de las consideraciones del sonido se emplea la escala “nivel sonoro ponderado A”. Esta escala es apropiada, ya que el oído humano no responde de manera uniforme a los sonidos de todas las frecuencias medias que son las de las conversaciones. Para obtener un único número que represente un nivel sonoro que contenga una amplia gama de frecuencias y que sea representativo de la respuesta humana, es necesario ponderar las frecuencias altas y bajas con respecto a una media o frecuencias “A”. De esta manera, el nivel de presión sonora (SPL) resultante es “ponderado A” y las unidades son decibeles ponderados A (dBA). El nivel sonoro ponderado A también se denomina “nivel sonoro”. Los sistemas de medición del nivel sonoro tienen una red de ponderación A, por lo que producen lecturas en dB ponderados A o dBA.

5.1.2.1 Características del ruido

El ruido presenta grandes diferencias con respecto a otros contaminantes³: i) es el contaminante más barato de producir y necesita muy poca energía para ser emitido; ii) es complejo de medir; iii) no deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en sus efectos en el hombre; iv) tiene un radio de acción mucho menor que otros contaminantes, vale decir, es localizado; v) no se traslada a través de los sistemas naturales, como el aire contaminado movido por el viento, por ejemplo, vi) se percibe sólo por

un sentido: el oído, lo cual hace subestimar su efecto - esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor-

5.1.2.2 Efectos en el ser humano

El ruido aparenta ser el más inofensivo de los agentes contaminantes, puesto que, como se dijo anteriormente, es percibido fundamentalmente por un solo sentido, el oído, y ocasionalmente, en presencia de grandes niveles de presión sonora, por el tacto (percepción de vibraciones), en cambio el resto de los agentes contaminantes son captados por varios sentidos con similar nivel de molestia. Como si esto fuera poco, la percepción y daños de estos contaminantes suele ser instantánea, a diferencia del ruido cuyos efectos son mediatos y acumulativos.

En la tarea de evaluar efectivamente los efectos, resulta conveniente clasificarlos según los elementos que regulan o modifican su percepción, y los efectos propiamente tal, de acuerdo al Cuadro 1.

Cuadro 1. Causa, moderación y efectos del ruido sobre las personas

FACTORES QUE DETERMINAN LA GENERACIÓN DE EFECTOS	ELEMENTOS MODERADORES	EFECTOS SOBRE LOS SUJETOS
OBJETIVOS Características físicas del sonido Condiciones ambientales Condiciones situacionales y circunstanciales	Opinión sobre la fuente Grados de control (métodos)	FISIOLÓGICOS
SUBJETIVOS Personalidad Estado psíquico Sensibilidad al ruido	Tipos de actividad a realizar	PSICOLÓGICOS
Fuente: El ruido en la ciudad, gestión y control. Sociedad Española de Acústica. 2000.		

³ CONAMA. Taller de Acústica. Talleres de Entrenamiento para manejo de contaminación ambiental. 1997.

Respecto de los efectos auditivos puede decirse que la exposición a niveles de ruido intenso durante un período de tiempo significativo, da lugar a pérdidas de audición, que si en un principio son recuperables cuando el ruido cesa, con el tiempo pueden llegar a hacerse irreversibles, convirtiéndose en sordera. A su vez, la exposición a niveles de ruido de mediana intensidad, pero con una prolongación mayor en el tiempo, repercute en forma similar, traduciéndose ambas situaciones en desplazamientos temporales o permanentes del umbral de audición⁴. Los métodos de evaluación se realizan a través de análisis audiométricos y/u otoscópicos.

El ruido también genera interferencia en la comunicación oral. La inteligibilidad de la comunicación se reduce por el ruido de fondo. El oído es únicamente un transductor, no discrimina entre fuentes de ruido. La separación e identificación de las fuentes sonoras ocurre en el cerebro. La voz humana produce sonido en el rango 100 a 10.000 Hz, pero prácticamente toda la información verbal está contenida en la región de 200 a 6.000 Hz. La banda de frecuencia para la inteligibilidad de la palabra (entender palabra y frases) está contenida entre 500 y 2.500 Hz. Se cree que la interferencia en la comunicación oral durante las actividades laborales puede provocar accidentes causados por la incapacidad de oír llamadas de advertencia u otras indicaciones. Tanto en oficinas como en escuelas y hogares, la interferencia en la conversación constituye una fuente importante de molestias

Además de las afecciones producidas por el ruido al oído, éste actúa negativamente sobre otras partes del organismo, donde se ha comprobado que bastan 50 a 60 dBA para que existan enfermedades asociadas al estímulo sonoro. En presencia de ruido, el organismo adopta una postura defensiva y hace uso de

⁴ Umbral de audición es el límite de audición que cada ser, humano o no humano, tiene de acuerdo entre otros factores con su exposición al ruido. Convivir diariamente con el ruido produce una reacción de permisibilidad

ocasiones aisladas, pero exposiciones prolongadas (por ejemplo, el ruido de tráfico urbano) pueden llegar a constituir un grave riesgo para la salud. Se ha comprobado que en los sujetos expuestos al ruido, se produce un incremento significativo en la concentración de la hormona GH, que es uno de los principales marcadores de estrés. En todo caso, el estrés ambiental no es más que la respuesta defensiva del organismo a estímulos adversos.

El doctor Ernest A. Peterson, de la Universidad de Miami, constató subidas en la presión sanguínea, acompañadas por un curioso fenómeno de *adicción al ruido* debido a la mayor emisión de adrenalina, y además un desastre en cuanto a la secreción de jugos gástricos, averías en los sistemas: respiratorio, nervioso, osteo-muscular y defensivo inmunitario. Incluso se afirma que la función sexual cae por culpa de los ruidos.

Sobre los efectos psicológicos, ya hay una rama de la investigación: la Psicoacústica, la cual se dedica a investigar sobre las alteraciones psíquicas que provoca el ruido en tareas de vital importancia para el desenvolvimiento humano. Entre éstas citamos el sueño, la conducta, la memoria, la atención y el procesamiento de la información.

El ruido puede provocar dificultades para conciliar el sueño y también despertar a quienes están ya dormidos. En numerosas oportunidades se expone la típica frase sobre que: el sueño es la actividad que copa un tercio de la vida humana y permite entre otras cosas descansar, ordenar, y proyectar el consciente, esto es un hecho, así como también está claro que está constituido por dos tipos distintos de sueño: El sueño clásico profundo (No REM (etapa de sueño profundo), el que a su vez se divide en cuatro fases distintas), y el sueño paradójico (REM). Se ha comprobado que sonidos del orden de los 60 dBA reducen la profundidad del sueño. Dicha disminución se acrecienta a medida que aumenta la amplitud de la banda de

en el individuo que hace que se trivialicen las repercusiones nocivas que tiene a corto y largo plazo.

frecuencias, las cuales pueden llegar a despertar al individuo, dependiendo de la fase del sueño en que se encuentre y de la naturaleza del ruido. Los estímulos débiles inesperados también pueden perturbar el sueño.

Sobre la conducta, la aparición súbita de un ruido o la presencia de un agente sonoro molesto para el sujeto pueden producir alteraciones en su conducta que, al menos momentáneamente, puede hacerse más débil (desinterés) o más agresiva (irritabilidad). Las alteraciones conductuales que son pasajeras en la mayor parte de las ocasiones, se producen porque el ruido ha provocado inquietud, inseguridad, o miedo en unos casos, o bien, son causa de una mayor falta de iniciativa en otros.

Respecto de los efectos en la memoria, puede decirse que en tareas donde se utiliza, se observa un mejor rendimiento en los sujetos que no han estado sometidos al ruido. Ya que con este ruido crece el nivel de activación del sujeto y esto, que en principio puede ser ventajoso, en relación con el rendimiento en cierto tipo de tareas, resulta que lo que produce es una sobre-activación que conlleva un descenso en el rendimiento. El ruido hace más lenta la articulación en la tarea de repaso, especialmente con palabras desconocidas o de mayor longitud. Es decir, en condiciones de ruido, el sujeto sufre un costo psicológico para mantener su nivel de rendimiento. El ruido repercute sobre la atención, focalizándola hacia los aspectos más importantes de la tarea, en detrimento de aquellos otros aspectos considerados de menor relevancia.

Como generador de estrés, parece probado que el ruido se integra como un elemento estresante fundamental. Y no sólo los ruidos de alta intensidad son los nocivos. Ruidos incluso débiles, pero repetidos pueden entrañar perturbaciones neurofisiológicas aún más importantes que los ruidos intensos. Es preciso fundamentar más estudios para determinar los riesgos a largo plazo causados por la acción del ruido sobre el sistema nervioso autónomo.

También se causan efectos en el embarazo, pues se ha observado que las madres embarazadas que han estado desde el principio en una zona muy ruidosa, tienen niños que no sufren alteraciones, pero si se han instalado en estos lugares después de los 5 meses de gestación (en ese periodo el oído se hace funcional) después del parto los niños no soportan el ruido, lloran cada vez que lo sienten, y al nacer su tamaño es inferior al normal.

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

5.1.2.3 El ruido y la ciudad

La naturaleza por siempre ha constituido una fuente inagotable de sonidos, los cuales varían desde el punto de vista de la intensidad del sonido, desde el trinar de un pájaro o el flujo de una vertiente, hasta el estruendo de un trueno o una erupción volcánica, quedando de manifiesto su variedad timbrística y de intensidad. Pero sin lugar a dudas, los entornos civilizados superan ampliamente los ejemplos mencionados, ya sea en la cantidad de fuentes generadoras, como en la periodicidad en que se manifiestan.

La totalidad de autores y estudios, señalan a los vehículos motorizados, como las fuentes de ruido de mayor trascendencia en las grandes ciudades del mundo⁵. Los niveles y espectros del ruido están en función de diversos parámetros tales como: tipo de vehículos, carga transportada, condiciones de utilización, estado de la infraestructura urbana (naturaleza del pavimento, regulación del tráfico, estructura urbanística), éstos últimos jugando un rol trascendental. De los parámetros anteriormente mencionados, sin duda, la intensidad del tráfico es el parámetro de mayor relevancia.

En segundo lugar, dentro del ámbito del transporte, están los aviones, utilizados frecuente y crecientemente por un gran número de personas y mercancías, por constituir un medio eficiente en términos de seguridad y rapidez.

Por último tenemos los ferrocarriles, en los que la emisión fundamental de ruido no ocurre en los vehículos motrices, la mayoría eléctricos y por lo tanto silenciosos, sino, en la interacción entre ruedas y rieles, siendo dependiente de la velocidad de los trenes y su carga.

Por otra parte, existe un segundo grupo de objetos del ámbito acústico, habitualmente conocidas como "fuentes fijas", y que dice relación con las industrias, talleres, centros de recreación, etc. En el caso de las industrias, se ubican en un principio en zonas periféricas, pero, con el rápido y desordenado crecimiento de las grandes ciudades, especialmente de las ciudades latinoamericanas como de Bogotá D.C., vuelven a caer dentro del anillo urbano. En el caso de la pequeña y mediana industria y los talleres, están dispersas por toda la ciudad, produciendo un impacto indirecto de gran importancia sobre el ambiente sonoro, generado por el movimiento de materias primas, flujo de personas movilizadas y traslado de productos elaborados, además del impacto directo provocado por su funcionamiento.

⁵ SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ACUSTICA. El ruido en la ciudad, gestión y control.1990.

Otros costos acústicos asociados al progreso son las obras públicas y las construcciones, que con sus compresores, excavadoras, martillos neumáticos y vehículos pesados, producen niveles tan elevados que se transforman en motivo de frecuentes quejas.

Por último señalamos los agentes de menor gravitación, de una variada gama de intensidad y de ocurrencia esporádica como: gritos de los niños que juegan en calles y parques, conciertos al aire libre, ferias y vendedores callejeros, sonidos de animales domésticos, fuegos artificiales, etc.

Todas las fuentes de ruido que se han citado hasta aquí, y otras muchas más, contribuyen en mayor o menor medida al "ambiente sonoro" que caracteriza las actuales ciudades. Por este motivo, incluso en el caso de que en algún momento determinado, no se considere la afectación por un suceso acústico claramente identificable, sólo basta poner un poco de atención para percibir un cierto rumor general, producido por la actividad global de la comunidad urbana y que se llama ruido de fondo (la banda sonora de nuestro medio urbano). El *paisaje sonoro contaminado* enferma todo el cuerpo y el espíritu.

En nuestro país, y específicamente en Bogotá, D.C., se ha desarrollado un escenario particular que data de comienzos de la década del 50 y se establece de la siguiente manera:

Intensa actividad migratoria del campo a las ciudades y de los Departamentos a la capital (centralización de la población), y por consiguiente un aumento de la actividad industrial y comercial.

Una elevada tasa de crecimiento de la vivienda, limitada calidad de las mismas (poca aislación), la escasez de áreas verdes y la estrechez de las calles, entre

otros, tienen como consecuencia niveles de ruido tanto externos como internos, excesivos para la población.

Los numerosos desórdenes de planificación unidos a la explosión demográfica acarrearán como consecuencia una mayor demanda de medios de transporte privados y públicos, traducidos en un notorio incremento del ruido de las ciudades.

A todos los elementos antes mencionados, debe unírsele lo infructuoso de los esfuerzos destinados a planificar el crecimiento, por falta de control del uso del suelo o de norma, o de que esta definición fuera acompañada de los estudios adecuados, que consideraran los aspectos relacionados con la calidad de vida de las personas, y no, como es general, a exigencias e intereses que tienen más que ver con lo económico que con la preocupación por cuestiones ambientales.

Así es claro que sin medidas de mitigación, un alto porcentaje de la población de las ciudades colombianas está sometida a niveles de ruido considerados inaceptables por las normas de calidad ambiental internacionales, (nivel de ruido ambiental sobre 65 dBA, en un período de 24 horas, definido por el Dept. of Housing Urban Development de EE.UU. según la calidad normal de una vivienda sin tratamiento acústico⁶). La creciente concentración de la actividad y crecimiento de las capitales departamentales, hace suponer que ésta cantidad aumenta.

5.1.2.4 Mapas de Ruido en Bogotá

Hace casi veinte años se emprendió la tarea de construir en el Distrito Capital un mapa que sirviera de base a la Administración Distrital para hacer su trabajo. La actual Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital se encargó de desarrollarlo, para que luego las entidades del orden distrital lo tomaran como base de sus análisis espaciales.

A partir del mapa catastral digital de Bogotá, la Secretaría Distrital de Ambiente se ha encargado de producir los mapas de ruido de Bogotá, en tanto es su competencia. Uno de estos mapas sirve de insumo a la presente investigación: el mapa de ruido de la zona de influencia del Aeropuerto “El Dorado”, suministrado por la Secretaria Distrital de Ambiente.

En el año 2007, la Universidad INCA de Colombia elaboró los mapas de ruido para las localidades de Engativá, Kennedy y Santafé, y realizó la actualización para las localidades de Puente Aranda y Fontibón.

El estudio partió de un diseño experimental en el que se tuvieron en cuenta fuentes fijas (residencias, negocios, fábricas, discotecas y centros comerciales) y móviles (vehículos en las calles). La medición del ruido se hizo con estaciones y en cada una se ubicaron cinco sonómetros a cuatro metros del piso. Los niveles de ruido se midieron en múltiples puntos durante una hora, tanto en el día, como en la noche.

5.2. TEORIA GENERAL DE SISTEMAS

El método tradicional de las ciencias clásicas ha dividido la realidad, tratando de estudiarla a partir del estudio de sus partes. Esta fragmentación origina múltiples universos de observación y ha conllevado a la creación de disciplinas científicas y a la formación de especialistas. Cada disciplina estudia un sólo aspecto bien delimitado de la realidad; Stanford define al especialista como “Persona que conoce más y más acerca de menos y menos, hasta que conoce casi todo de nada”. Es decir que se llegó a una comprensión parcial de la realidad, cuando lo que se necesita es la explicación de fenómenos complejos.

⁶ SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ACUSTICA. El ruido en la ciudad, gestión y control.1990.

En otras palabras, el problema del especialista consiste en reducirse al estrecho campo de su actividad, poseer un conocimiento bastante pobre de otras disciplinas, desarrollar un lenguaje muy exclusivo, con serias limitaciones para construir una concepción integral de la realidad, proveer explicaciones suficientes de fenómenos interdisciplinarios y ofrecer un intercambio interdisciplinario fructífero de sus experiencias.

Los vacíos y limitaciones del anterior método, hicieron necesario buscar un nuevo enfoque que ofreciera otras opciones para el desarrollo de las ciencias. Aunque las ciencias se desarrollan hacia el interior de sí mismas o de su propio campo de especialización, existen métodos, leyes y conocimientos comunes a todas las ciencias, que pueden ser transmisibles de una a otra; resulta conveniente promover la unidad de las ciencias eliminando los problemas de comunicación entre especialistas.

El enfoque que da Teoría General de Sistemas aporta un modelo general aplicable a la contextualización y conceptualización de diversos sectores de la realidad y constituye una valiosa herramienta en la construcción de modelos específicos para diferentes disciplinas, evitando que estas caigan en el aislamiento de la especialización y en la insuficiencia explicativa.

La Teoría General de Sistemas se presenta como un cuerpo de conceptos y principios orientadores para la comprensión de cualquier objeto de estudio desde un mineral hasta una organización social. Para esto se vale de un modelo de alcance universal, aplicable a cualquier sistema, independientemente de sus particularidades y características específicas. “Arma al investigador a priori con un entendimiento de cómo estructurar las partes de un problema y cómo derivar soluciones consistentes”⁷.

La Teoría General de Sistemas parte de la premisa que todas las manifestaciones de la naturaleza, ya sean físicas, biológicas o sociales, poseen en común algunas características generales; estas características generales y comunes se resumen en las propiedades universales de los sistemas. “Existen correspondencias, a nivel de principios, que gobiernan el comportamiento de entidades que pueden ser muy diferentes”⁸.

La Teoría General de Sistemas no pretende suplantar las ciencias particulares, si no que aporta un marco general para el abordamiento de los diferentes sectores de la realidad, ofreciendo nuevas posibilidades desde otra perspectiva; sin embargo cada ciencia particular necesita adoptar el modelo teórico general, construyendo su propio modelo particular, para abarcar, comprender y explicar las múltiples relaciones que existen hacia dentro y hacia afuera de su objeto de estudio.

Si al estudiar un determinado fenómeno se define como un sistema, su análisis estará basado en las propiedades sistémicas que debe poseer y que se aceptan a priori porque son las mismas propiedades contenidas en el modelo sistémico general. La piedra angular de la Teoría General de Sistemas se resume en la siguiente definición: “Un sistema es un todo que no puede ser dividido en sus componentes sin que se pierdan sus características fundamentales y por lo tanto se debe estudiar como un todo; en lugar de explicar el todo en términos de sus partes, las partes comienzan a ser explicadas en términos del todo”.

Aunque desde los primeros tiempos los filósofos utilizaron el concepto de sistema, al observar y entender la interacción organizada, existente entre los distintos elementos constitutivos de un todo y entre éstos y el conjunto general de

⁷ STANFORD. Sistemas de producción.1968.

⁸ VON BERTALANFFY, L. La Teoría General de Sistemas: una revisión crítica. In G. Campero y H. Vidal Comp. Teoría General de Sistemas y Administración Pública. San José. Costa Rica. Editorial Universitaria Latinoamericana, 1977. p. 148.

propiedades que se generan y no poseen ninguno de los elementos considerados aisladamente, es al profesor LUDWING VON BERTALANFFY a quien se le reconoce la idea de crear una teoría de los sistemas con un propósito integrador y un alcance universal. GIGCH dice “Su objetivo era buscar un ámbito para sus ideas interdisciplinarias y transdisciplinarias; estas son ideas que por un lado no encajan en ninguna disciplina y por otro abarcan a todas. Es una metadisciplina cuyo paradigma brinda dirección al desarrollo de otras disciplinas: genera inspiración y suministra fundamento a las disciplinas embrionarias”. Bertalanffy expuso su teoría por primera vez en la Universidad de Chicago, en 1937. Como toda teoría, también la Teoría General de Sistemas está siempre en un estado de flujo; nuevos autores y nuevas ideas acrecientan el acervo de sus planteamientos y contribuyen a su crecimiento llegando en el momento hasta la Ciencia sistémica del conocimiento.

Se pretende a continuación esbozar los principios orientadores de la teoría que nos permitirán armar la metodología de estudio.

La definición de *sistema* tiene una especificidad propia como es *el de ser un arreglo de componentes que funcionan como una unidad*. Es así, como el poner en escena un sistema es poner su “totalidad en movimiento”; totalidad entendida como los elementos que este tiene:

- ❖ Componentes
- ❖ Interacciones entre Componentes
- ❖ Entradas
- ❖ Salidas
- ❖ Límites

El almacén del sistema, su materia prima son los componentes, lo que le da su estructura, siendo la interacción entre componentes lo que le suministra las características de estructura a la unidad.

Las entradas y salidas de un sistema son los flujos que entran y salen de la unidad, interactuando con el medio que los rodea, denominándose por este hecho como sistemas abiertos. Los hechos o acontecimientos que el sistema no pueda controlar, sino que de una u otra manera dependan de otros eventos se consideran sus límites.

Como ya se puede prever, la estructura depende de características relacionadas con los componentes del sistema : número de componentes, tipo de componentes y arreglo (interacción) entre componentes.

Las relaciones entre componentes y entre componentes y flujos producen el arreglo característico de un sistema. Si al arreglo se suma el número y tipo de componentes el resultado es la estructura del sistema, la cual esta ligada con la función del mismo.

La función de un sistema está definida en términos de procesos, es decir con el hecho de recibir entradas y producir salidas, siendo los criterios mas relevantes: productividad, eficiencia y variabilidad.

De hecho es importante resaltar que analizar un sistema es hacer una eficiente relación entre su estructura y la función que este desempeña, como medio de posibilidades humanas.

El análisis de un sistema requiere de una serie de pasos lógicos para satisfacer el propósito de definir objetivamente la relación entre la estructura y la función del sistema bajo estudio, y son a saber:

- ❖ Identificación del sistema que se espera analizar
- ❖ Construcción de un modelo conceptual y preliminar del sistema
- ❖ Validación del modelo preliminar
- ❖ Modificación y revalidación del modelo, si es necesario.

La identificación, tiene como objetivo principal el definir los componentes y límites del sistema. Con esta información empieza el proceso de conceptualizar, la estructura y función del sistema.

La construcción del modelo conceptual del sistema, es el paso en donde se toman todas las hipótesis de estructura y función y se combinan para formar un conjunto que describe el sistema.

Por validación del modelo se entiende la confrontación de éste con la realidad que se ha querido representar.

La Modificación tiene lugar cuando los desfases entre el modelo y la realidad son considerables, a tal punto que formulen otros escenarios. Una vez hechas las modificaciones es necesaria una revalidación.

5.3. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Dentro de las principales definiciones de los Sistemas de Información Geográfica están:

FEDERAL INTERAGENCY COORDINATING COMMITTEE: "Sistema de computador, hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, modulación y muestra de datos

referenciados espacialmente para resolver problemas complejos de planeación y administración".

PHIL PARENT: "GIS es un sistema que contiene datos referenciados espacialmente que se pueden convertir en información para un conjunto específico de propósitos o aplicaciones... La facilidad clave de un GIS es el análisis de los datos para producir nueva información."

FRANCIS HANIGAN: Un GIS es "Cualquier sistema de administración de información que puede:

- Recolectar, almacenar y manipular información basada en una localización espacial.
- Identificar localizaciones dentro de un ambiente destino dentro de criterios específicos encontrados.
- Explorar relaciones bajo archivos dentro de ese ambiente.
- Analizar los datos relacionados espacialmente con una ayuda a la toma de decisiones acerca de ese ambiente.
- Facilita a los datos pasados y seleccionados para modelos analíticos idóneos de aplicaciones específicas para asignar el impacto de alternativas en el ambiente escogido.
- Mostrar los ambientes gráficos y alfanuméricos seleccionados antes y después del análisis.

5.3.1 Componentes del Sistema de Información Geográfica. Los componentes básicos de un sistema de información geográfica son: el hardware, el software, el orgware, las bases de Datos y las aplicaciones.

Los cinco componentes son independientes pero deben estar perfectamente conjugados.

5.3.1.1 Hardware. Es el primer componente, pieza básica y fundamental, a la hora de precisar el tipo de solución que se va a poner en marcha, en una área de tipo departamental o corporativo, hay que pensar primero en la arquitectura necesaria. Hay tres soluciones básicas y combinaciones entre ellas establecidas sobre: plataforma de ordenadores grandes, plataforma de estaciones de trabajo o plataforma de ordenadores personales. Sumadas a dispositivos de entrada y/o de salida.

5.3.1.2 Software. El software debe estar orientado al tipo de aplicación a desarrollar en cada caso, por lo que debe tener una configuración básica que le permita manejar lo básico de cualquier sistema y tener módulos adicionales para aplicaciones específicas, por ejemplo, módulo especial para topografía, pero en esa configuración básica debe manejar los datos de manera integral.

El software debe ser de fácil manejo y comprensión para poder empezar a producir en un tiempo corto y con capacitación rápida y con disponibilidad de usuarios de diferentes especialidades y no especialistas en este, en últimas debe estar orientado al usuario final.

Debe ser abierto, se debe poder comunicar con otros sistemas y entregar y recibir información externa de datos gráficos y no gráficos, siempre y cuando esa información esté escrita en formato estándar.

Es importante el método de archivos, orientado mínimo a bases de datos relacionales, tanto en gráfico como en alfanumérico.

5.3.1.3 Orgware. Uno de los componentes fundamentales en un sistema de información geográfica, es la organización que incluye fases y las estrategias, entre otras.

Los recursos necesarios, el personal calificado y no calificado que va a participar en el desarrollo, el tipo de financiación, el desarrollo de las fases hasta la puesta en marcha definitiva y las pruebas entre otros, se agrupan en el Orgware⁹.

5.3.1.4 Bases de datos. Las bases de datos son el corazón de un sistema de información geográfica, si estas no funcionan o funcionan mal, el sistema no funciona, por lo cual esta debe cumplir con unos requisitos fundamentales.

Los datos, información geográfica o de otro tipo, será obtenida y procesada de acuerdo con una función y unos objetivos de unos procesos que se establezcan.

Actualmente el mundo necesita compartir información, las tendencias son a compartir información entre diferentes entidades gubernamentales y privadas, nacionales o internacionales, esto lleva a una unificación de criterios, de comunicaciones abiertas, de estándares.

Los sistemas espaciales que imperan son aquellos que se basan en el manejo de una única bases de datos, en la que se almacena la información gráfica y sus atributos, tanto gráficos como alfanuméricos, y que permite, a la vez conexión con otras bases de datos externas.

5.3.1.5 Aplicaciones. El entorno de aplicaciones a desarrollar junto con el volumen de los datos, es la que permite definir realmente la plataforma de hardware y la configuración de software requerida.

⁹ OCHOA, C.J. Geosistemas de Información del Estado del Arte en los 90 en “*Revista Topografía y Cartografía*”. 1990

Para la definición de las aplicaciones se hace necesario definir el modelo de datos a ser manejado y dado que el sistema debe ser una base de datos relacional, este modelo puede ser un modelo ENTIDAD-RELACION, como en esta investigación.

Una consideración importante a tener en cuenta es determinar de dónde se va a obtener la información, si esta información es antigua, para saber en qué formato se encuentra o es información nueva, en cualquiera de los dos casos se requiere para establecer la estrategia de carga de las base de datos.

5.3.2 Procesos y Elementos del SIG

Como procesos de los SIG están: la entrada de datos, la administración de ellos, su manipulación y análisis y la salida de nuevos datos.

La *entrada de datos* permite convertir las diferentes formas de datos existentes, en datos que puedan ser usados por el SIG. Los datos georeferenciados, son comúnmente provistos como mapas en papel, tablas de atributos, archivos magnéticos de mapas y atributos asociados, fotografías aéreas e imágenes de satélite.

La *administración de datos* del SIG incluye aquellas funciones que son requeridas para almacenar, recuperar y controlar datos de la base de datos.

La *manipulación de datos y funciones de análisis* determinan la información que puede ser generada por el SIG. El análisis espacial incluye varias posibilidades: señalar corredores en torno a un polígono o una línea, superponer en formas diferentes mapas temáticos de diferentes variables para generar nuevos, ajustar mapas, generalizar la información de un mapa a menor escala, hacer simulaciones y otras.

Las funciones de *salida y reportes*, consideran varios tipos de: calidad, precisión y facilidad de uso. Los reportes pueden ser en formas de mapas, tablas de valores o archivos textuales en papel o en archivos magnéticos.

Como elementos de los SIG se tienen: datos gráficos, datos alfanuméricos y herramientas de análisis. Su integración, que se muestra en la Figura 2, constituye lo que es un SIG. Los datos tabulares y los datos gráficos se pueden manejar y actualizar de manera independiente, pero la fortaleza está precisamente en mantenerlos integrados.

Una de las grandes ventajas de los SIG, sobre las herramientas de análisis convencionales, es la gran potencialidad de sus funciones de análisis, que junto con la información alfanumérica o tabular y la información gráfica, facilitan la funcionalidad del modelo.

Figura 1. Elementos de los SIG



5.4. MARCO CONCEPTUAL

La terminología tiene como propósito suministrar algunos conceptos básicos para que la persona que consulte esta investigación pueda tener claro los términos técnicos utilizados.

Absorción: al entrar las ondas en materiales porosos, estas ondas rebotan en miles de bolsas de aire hasta que pierden parte de su energía, la cual se ha convertido en calor.

Acústica: es la ciencia que estudia el sonido incluye su generación, transmisión, recepción y sus efectos.

Ambiente: el conjunto de factores bióticos, físicos y socioeconómicos que influyen sobre el sistema.

Audición: proceso fisiológico y psicológico relacionado con las habilidades de detección, reconocimiento, discriminación, comprensión y percepción de información auditiva. .

Barrio catastral: Conjunto de manzanas territorializadas bajo un nombre que las comunidades reconocen como homogéneos (no corresponde al barrio definido por la SDP).

Caracterización: parte de un proceso mayor denominado diagnóstico que debe contener las siguientes etapas:

- A) Identificación y caracterización de la unidad de análisis mayor.
- B) Priorización de productos y especies.
- C) Identificación y caracterización de los sistemas de análisis objetivo.

D) Seguimiento y retroalimentación.

Comunidad: las comunidades son arreglos de poblaciones, éstas intercalan en el tiempo y en el espacio o pueden convivir en una época ó pueden vivir una tras otra, en un arreglo cronológico (Hart, 1979).

Contaminación por ruido: cualquier emisión de sonido que afecte adversamente la salud o seguridad de los seres humanos, la propiedad o el disfrute de la misma. (resolución 8321 de 1983 min. Salud).

Decibel (db): décima parte del bel, razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la siguiente expresión: $\log r = 1\text{db}/10$ (resolución 0627 de 2006 mavdt). Unidad de sonido que expresa la relación entre las presiones de un sonido cualquiera y un sonido de referencia en escala logarítmica. Equivale a 20 veces el logaritmo de base 10 del cociente de las dos presiones. Representa el nivel de presión sonora del ruido obtenido con un medidor de nivel sonoro (Resolución 8321 de 1983 Min. Salud).

Enfoque sistémico: enfoque transdisciplinario nacido en los últimos 60 años de la interacción entre la biología, la teoría de la información, la teoría general de sistemas y la cibernética; tratando de explicar las partes desde un todo apoyados en la premisa que “el todo es mas que la suma de sus partes”. El enfoque sistémico sustituye: la fuerza por los flujos, lo analítico por lo sintético, lo lineal por redes interactivas y lo atomista por lo holista.

Enmascaramiento: es el proceso mediante el cual se eleva el umbral de audición para un sonido mediante la presencia de otro sonido.

Frecuencia: define una función periódica en el tiempo, es el número de veces que la cantidad se repite a sí misma en n segundo. El recíproco del período es el

herzio (HZ) o ciclos por segundo. Es el número de ciclos por unidad de tiempo que da de un lado a otro el objeto que perturba las moléculas.

Fuente: elemento que origina la energía mecánica vibratoria, definida como ruido o sonido. Puede considerarse estadísticamente como una familia de generadores de ruido que pueden tener características físicas diferentes, distribuidas en el tiempo y en el espacio. (resolución 0627 de 2006 mavdt).

Hipoacusia: es la disminución de la capacidad auditiva por encima de los niveles definidos de normalidad. Se ha graduado el nivel de pérdida auditiva con base al promedio de respuestas en decibeles.

Interacciones: son un conjunto de relaciones que especifican la estructura de conexiones y los modos de relación entre componentes.(arias, 1990).

Localidad: Entidad territorial que ejerce sus funciones dentro de una porción del territorio del Distrito Capital

Longitud de onda: describe las características en el espacio de una onda; es la distancia entre dos puntos análogos de una onda. Se simboliza por " λ " que es igual $\lambda = c/f$ (c es la velocidad del sonido y f es la frecuencia).

Manzana: O área amanzanada, limitada por vías o accidentes geográficos.

Modelo: representación simplificada de un sistema. Puede estar en términos verbales, matemáticos o diagramáticos (Spedding, 1975).

Nivel: es el logaritmo de la relación entre la cantidad determinada y una cantidad de referencia del mismo tipo.

Nivel de contaminación del ruido (NPL): es una medida utilizada en ruido para describir el ruido de la contaminación comunitaria, emplea el nivel sonoro equivalente LeqA y la magnitud de las fluctuaciones del tiempo en los niveles.

Nivel de presión de ruido: es aquel que es medido en decibeles con un sonómetro, que satisface los requerimientos señalados en la normativa existente.

Nivel de presión sonora diurno: el nivel sonoro diurno, es el nivel sonoro continuo equivalente medido para 15 horas diurnas, entre las 7:00 y las 22:00 horas.

Nivel de presión sonora nocturno: el nivel sonoro nocturno, es el nivel sonoro continuo equivalente medido para 9 horas nocturnas, entre las 22:00 horas y las 7 AM.

Nivel de ruido promedio día noche (Ldn): es el nivel de presión sonora continuo 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.

Nivel de presión sonora continuo equivalente en el día (Leq-día): es el nivel de presión sonora continuo equivalente medido en el periodo 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.

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

Nivel de polución de ruido: este nivel representa la molestia producida por un nivel de ruido promedio, relacionado con las variaciones del nivel de sonido.

Norma de ruido ambiental: es el valor que se establece para mantener un nivel de presión de ruido en zonas habitadas bajo distintas condiciones, tal que permita la salud y el bienestar de la población expuesta dentro de una margen de seguridad.

Norma de emisión de ruido: es el valor máximo permisible de presión sonora que permite cumplir con la norma de ruido ambiental, definida por la autoridad ambiental competente.

Mapas de ruido: es entiende por mapa de ruido, la representación de los datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en la que se indica la superación de un valor límite, y la localización de centros educativos y hospitales expuestos a determinados valores de ese indicador en dicha zona (Resolución 0627 de 2006).

Otalgia: (cie-10: h920). término médico para referirse al dolor localizado en el oído.

Población: una población es un grupo de organismos de una clase taxonómica (generalmente especie), que se encuentra ocupando un espacio dado. Una población tiene características similares a las que tiene un individuo (hart, 1979).

Ponderación A: es la característica del ajuste dado a un sonómetro que permite simular la repuesta en bandas de frecuencia similares al oído humano.

Predio: Mínima unidad catastral, que conforma manzanas.

Presión sonora: es la característica que permite oír un sonido a cualquier distancia, molesta o indeseable.

Reverberación: consiste en la persistencia del sonido en un espacio total o parcialmente cerrado, después de que la fuente de sonido ha cesado.

Ruido: 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 (guía para ruido urbano OMS 1999).

Ruido aeroportuario: es el emitido por todas fuentes presentes en el aeropuerto así como de las operaciones aeroportuarias que se generen.

Ruido continuo: es aquel cuyo nivel de presión sonora permanece más o menos constante, con fluctuaciones hasta de un segundo, que no presenta cambios repentinos durante su emisión.

Ruido exterior: es aquel nivel de presión sonora evaluado en las afueras de las edificaciones o zonas cerradas.

Ruido estable: es el ruido cuyo nivel de presión acústica permanece esencialmente constante en el tiempo o en el período de observación.

Ruido inestable: es el ruido cuyo nivel de presión acústica varía significativamente durante el período de observación.

Ruido intermitente: es el ruido cuyo nivel de presión acústica iguala el nivel ambiental dos o más veces durante el período de observación.

Ruido interior: es aquel nivel de presión sonora que se evalúa dentro de una habitación, oficina o salón de las zonas cerradas.

Ruido de impacto: es aquel cuyos niveles de presión sonora involucran valores máximos a intervalos mayores de uno por segundo. Cuando los intervalos son menores de un segundo, podrá considerarse el ruido como continuo.

Ruido urbano: también denominado ruido ambiental, ruido residencial o ruido doméstico. Se define como el ruido emitido por todas las fuentes a excepción de las áreas industriales. Las fuentes principales del ruido urbano son el tránsito automotor, ferroviario y aéreo, la construcción y obras públicas y el vecindario. Las principales fuentes de ruido en interiores son los sistemas de ventilación, máquinas de oficina, artefactos domésticos y vecinos. El ruido característico del vecindario proviene de locales, tales como restaurantes, cafeterías, discotecas, etc.; música en vivo o grabada; competencias deportivas (deportes motorizados), áreas de juegos, estacionamientos y animales domésticos, como el ladrido de los perros. (Guía para ruido urbano OMS, 1999).

Sistema: complejo de elementos en interacción (Von Bertalanffy, 1977).

Subsistema: cualquier parte de un sistema que contribuye al rendimiento del sistema (Spedding, 1975).

Tasa de intercambio: una tasa de intercambio expresa cuánto tendría que aumentar o descender el nivel sonoro para mantener una medida seleccionada de riesgo de pérdida de audición, cuando se duplica la duración de la exposición o se reduce a la mitad. Normalmente se utilizan tasas de intercambio de 3, 4 y 5 dB.

Sonido: desde el punto de vista físico, se define como una perturbación que se propaga en un medio elástico, produciendo vibraciones de presión o vibración de partículas. -Sensación percibida por el órgano auditivo, debida generalmente a la incidencia de ondas de compresión (longitudinales) propagadas en el aire.

Por extensión se aplica el calificativo del sonido, a toda perturbación que se propaga en un medio elástico, produzca sensación audible o no. (Resolución 0627 de 2006 MADT).

Sonómetro: es el instrumento básico para medición acústica del nivel de presión sonora en decibeles, sin tener en cuenta las frecuencias. Este equipo se encuentra constituido internamente por: micrófono, amplificador de señal, filtros o escalas de ponderación, rectificador de la media cuadrática y selector de velocidades de respuesta.

Umbral de audición: es la mínima presión sonora eficaz que debe tener una señal para dar origen a una sensación auditiva, en ausencia de todo ruido. Se expresa generalmente en dB.

UPZ: unidad de planeación zonal, son áreas urbanas más pequeñas que las localidades y más grandes que el barrio. La función de las UPZ es servir de unidades territoriales o sectores para planificar el desarrollo urbano en el nivel zonal. Son un instrumento de planificación para poder desarrollar una norma urbanística en el nivel de detalle que requiere Bogotá, debido a las grandes diferencias que existen entre unos sectores y otros. Son la escala intermedia de planificación entre los barrios y las localidades (Secretaría Distrital de Planeación, página web oficial)

5.5. MARCO LEGAL

El marco normativo vigente de la contaminación del aire por ruido se presenta a continuación donde se recopilan las normas relacionadas con el ruido, realizando una reseña de los aspectos fundamentales de la misma:

Legislación nacional

Ley 23 de 1973. Considera al ambiente como patrimonio común de todos los colombianos, de utilidad pública e interés social; autoriza que el ejecutivo a que expida un código de recursos naturales.

Decreto Ley 2811 de 1974 (Código Recursos Naturales Protección al Medio Ambiente). En los artículos 187, 188 y 192, consideran el factor ruido como afectación a la calidad ambiental para los usos urbanos y residenciales. El impacto sonoro generado por los aeropuertos se considera ruido aeronáutico.

Ley 9 de 1979 (Código Sanitario). Desarrolla la protección del derecho a la salud, que incluye el derecho a gozar un medio ambiente sano.

Resolución 2400 de 1979: El Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, en el capítulo IV (De los ruidos y las vibraciones) formula programas permanentes de medicina preventiva, de higiene y seguridad industrial, y de sistemas de control para protección contra riesgos profesionales. También plantea la realización de estudios técnicos, métodos de control, mantenimiento preventivo, uso de silenciadores, definición de un tope de nivel máximo permisible medido en decibeles (85 dB), enuncia el control en la fuente, en el medio y en el trabajador y, el suministro de elementos de protección personal. En el Artículo 91 expone las consecuencias del ruido e impone las prácticas de audiometrías.

Resolución 8321 de 1983 (normas sobre protección y emisión de ruidos) del Ministerio de Salud. Directivas sobre protección y conservación de la salud y el bienestar de las personas, respecto de la protección y emisión de ruidos por parte de propietarios o personas responsables, en concordancia con el Código Ambiental y la ley 9 de 1979. Determina el deber de: *"Emplear los sistemas necesarios para su control con el fin de asegurar niveles sonoros que no contaminen las áreas aledañas habitables"*, delimitando los niveles máximos de: i) nivel de presión sonora de dB (A), ii) niveles máximos permisibles para vehículos, iii) valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente y iv) valores límites permisibles para ruido de impacto.

Resolución 1792 del 3 de mayo de 1990. De los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de la Salud. Se adoptan valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido.

Constitución Política Nacional de 1991. Determina el derecho de todas las personas a gozar de un medio ambiente sano (artículo 79), que considera necesario disminuir molestias o daños originados en la contaminación acústica, ruido nocivo o vibraciones, que pueden causar efectos significativos en el ser humano y, el medio.

Ley 99 de 1993 (Ley Ambiental Nacional). Crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena en Colombia el sector público encargado de la gestión y conservación de recursos naturales y medio ambiente.

Ley 232 de 1994 (Establecimientos de comercio). Dicta normas para el funcionamiento de establecimientos comerciales, determinando que se cumpla el uso permitido del suelo, y las regulaciones sobre la intensidad auditiva, el horario, la ubicación y la destinación del comercio. Asigna a los Alcaldes la función de

hacer cumplir las normas en esta materia, a través de procedimientos y aplicación de multas o de suspensión de las actividades.

Decreto 948 del 5 de junio de 1995. Del Ministerio del Medio Ambiente. Sobre control de calidad del aire y la contaminación atmosférica, que considera disposiciones especiales sobre el control del ruido. Determina regulaciones para el control y restricciones de las emisiones, continuas, fluctuantes, transitorias o de impacto.

Ley 388 del 24 de julio de 1.997. Reglamenta los usos del suelo y normaliza el ordenamiento del territorio municipal y la clasificación de los suelos.

Resolución 2130 del 7 del 4 de junio de 2004. De la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil. Se adicionan y modifican las partes Primera y Séptima de los reglamentos Aeronáuticos de Colombia y se adopta una Parte Once, sobre disposiciones Ambientales, disposiciones éstas que hacen referencia especial a la contaminación por ruido.

Resolución 3185 del 17 de agosto de 2004. De la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil. Por la cual se adopta el Manual de atenuación del Ruido del aeropuerto Internacional el Dorado.

Resolución 627 del 12 de abril de 2006 (Norma nacional de ruido). Regula aspectos concernientes al ruido, en relación con otras normas.

Artículo 17. Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiental. En el cuadro siguiente se establecen los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en decibeles ponderados A (dB(A)).

Cuadro 2. Resolución 0627 de 2006

Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en decibeles DB(A).

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	70
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana. Rural habitada destinada a explotación agropecuaria. Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.	55	45
Fuente: Resolución 0627/2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.			

Artículo 28. Competencia. Las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales a que se refiere el artículo 66 de la Ley 99 de 1993, y el artículo 13 de la Ley 768 de 2002, ejercerán las

funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental, a lo dispuesto en la presente resolución, de conformidad con las competencias asignadas por la Ley 99 de 1993 y sus disposiciones reglamentarias.

Artículo 29. Sanciones. En caso de violación a las disposiciones ambientales contempladas en la presente resolución, las autoridades ambientales competentes impondrán las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar, de conformidad con el artículo 85 de la ley 99 de 1993 y sus disposiciones reglamentarias, o las que las modifiquen o sustituyan, sin perjuicio de las demás acciones a que hay lugar.

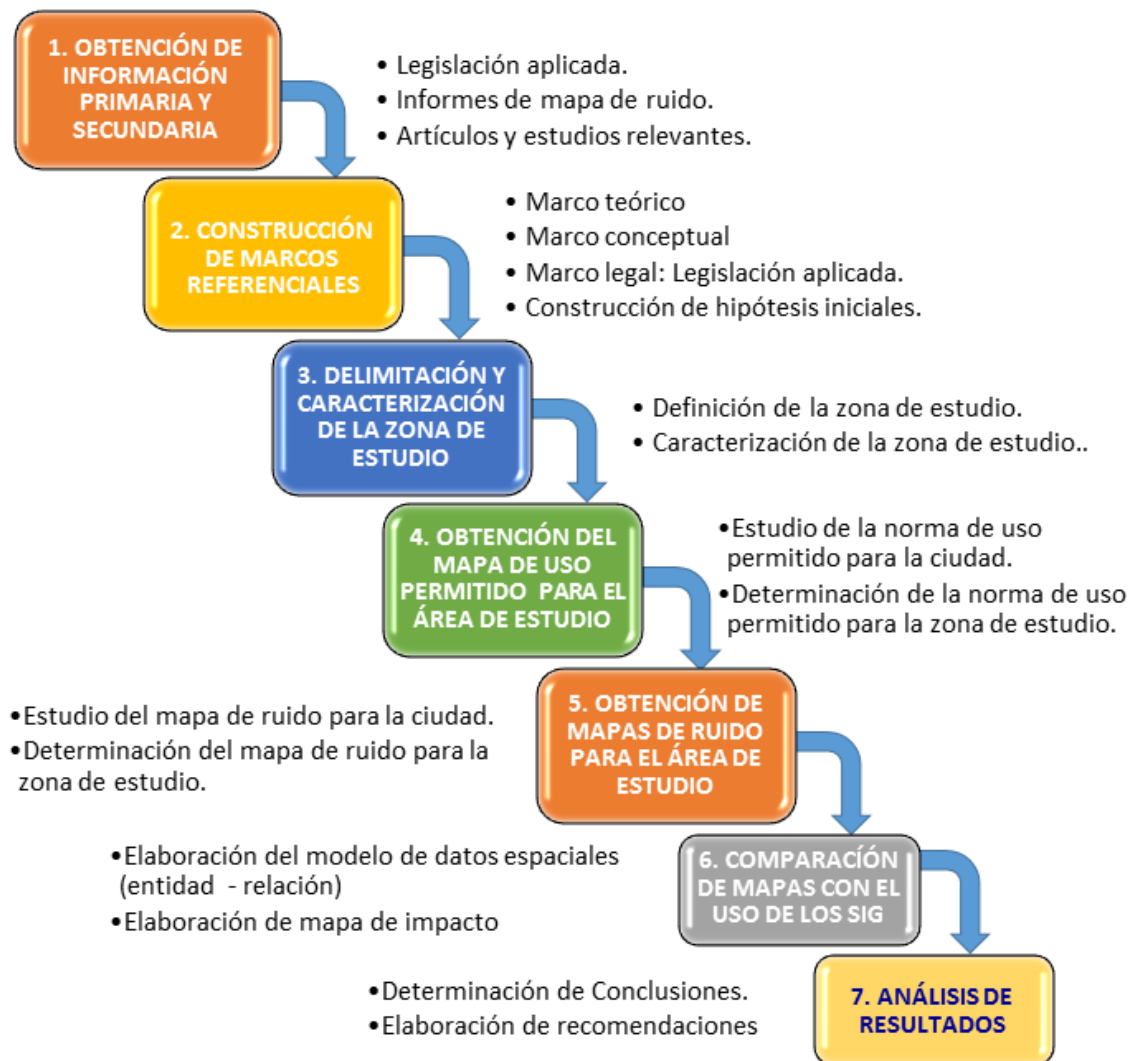
Ley 1333 de 2009 (Procedimiento Sancionatorio Ambiental). El nuevo régimen sancionatorio introduce la definición de infracciones ambientales, con el hecho de que, en materia ambiental, se presume la culpa o el dolo del infractor. En cuanto al régimen de responsabilidad, determina las causales agravantes. En referencia a las sanciones se aumenta el valor de las multas y amplía, de 3 a 20 años, el término de caducidad de la acción sancionatoria ambiental.

Resolución 6918 del 20 de Agosto de 2010. Faculta a la Secretaria Distrital de Ambiente para controlar, prevenir y mitigar el ruido en el interior de las edificaciones existentes.

6. METODOLOGÍA

El siguiente es el esquema metodológico que fue usado en esta investigación:

Figura 2. Esquema Metodológico



A partir de la gestión de la información primaria y secundaria se construyeron los marcos referenciales de la investigación, los cuales se basaron en tres (3) vías teóricas, y son: la teoría ambiental que incluye al ruido, la teoría general de sistemas y, la teoría y sistematización de la información hecha mediante los sistemas de información geográfica.

Con la teoría ambiental en general, y específica sobre ruido, se buscaron contextos categoriales que permitieron identificar, describir, analizar e interpretar la contaminación sonora en áreas urbanas.

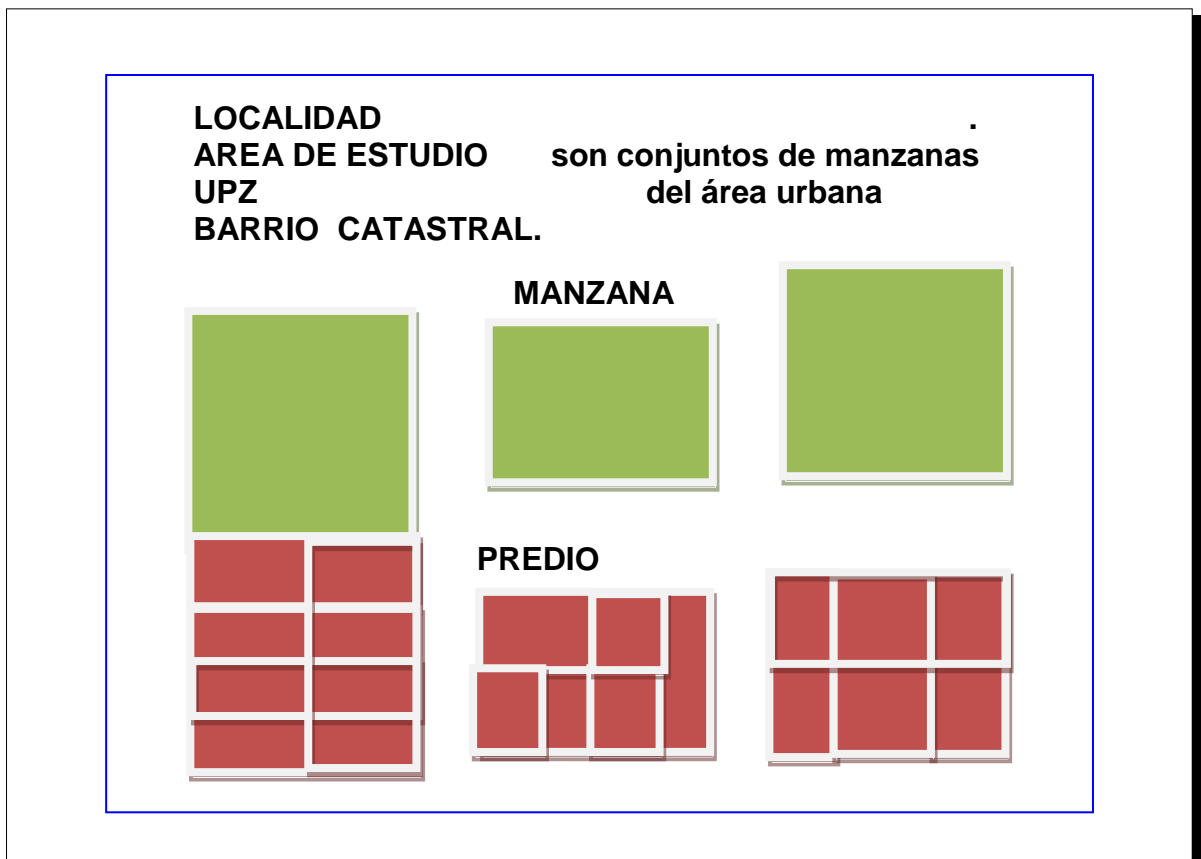
La teoría general de sistemas permitió crear los espacios referenciales para la emergencia de la categoría “sistema”, como metodología en el modelamiento de la ciudad, en tanto es un sistema complejo autoorganizado, a fin de encontrar las relaciones del fenómeno ruido.

El trabajo con los sistemas de información geográfica, como herramienta de soporte computacional, suministró los instrumentos para desarrollar análisis complejos de datos gráficos y alfanuméricos, permitiendo encontrar diversas relaciones del ruido en el sistema urbano en general, y en Bogotá, en particular sobre un área piloto (área de influencia del Aeropuerto “El Dorado” en localidad de Engativá). Se eligió esta área de estudio en atención a que en la zona se sabía de la presencia de tres tipos de sujetos generadores de ruido: aeronaves, automóviles y fuentes fijas, y a que era una zona conocida y cercana al autor, lo cual posibilitó la verificación y ajuste de la información colectada.

Con la ayuda de la Teoría General de Sistemas se estructuró un **MODELO DE DATOS** espaciales capaz de mostrar la política pública que, como sociedad, se ha construido respecto al ruido. Así se trabajaron tres niveles espaciales. El primer nivel, o de referencia, se refiere a i) la localidad, ii) el área de estudio (zona de influencia del Aeropuerto “El Dorado”), iii) la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ)

y iv) el barrio catastral. Un nivel superior, que enmarca el nivel de análisis es la **manzana**¹⁰ o el área amanzanada¹¹. Se puede considerar como área homogénea funcional a la cual se le asigna: un lugar dentro del espacio urbano a través de la nomenclatura vial, un nivel socioeconómico llamado el **estrato**, el **uso normativo**, un **uso de suelo real** urbano mayoritario y, a través de funciones de análisis proporcionadas por el SIG, una valoración de la **contaminación sonora** que la afecta. Y el nivel inferior o nivel objetivo, que permite describir y entender el sistema, es el **predio**. Una imagen que los muestra es la siguiente:

Figura 3. Niveles jerárquicos del estudio



¹⁰ La manzana es la división menor para cabeceras municipales, distritales, localidades y centros poblados. Corresponde a un área delimitada por vías, calles, carreteras, avenidas, diagonales, transversales, peatonales, caños, quebradas o ríos.

¹¹ Las áreas amanzanadas son aquellas que aparecen delimitadas tomando en cuenta caminos o accidentes geográficos, por tanto los lados son irregulares.

El modelo mostró la necesidad de gestionar la entrega, ante las entidades competentes, de dos grupos de datos. El primero, ante la Secretaría Distrital de Planeación, fue el mapa digital base para el área de estudio, con la información sobre: i) la estratificación¹² vigente a nivel manzana, ii) la estructura ecológica principal vigente a nivel de predio y iii) el uso del suelo¹³ (2012) a nivel de predio, agregado para las categorías: residencial, comercial, industrial, institucional, parques y, recreacional. El segundo grupo de datos se tramitó ante la Secretaría Distrital del Ambiente (Subdirección de calidad de aire, auditiva y visual) y consistió en el mapa de ruido para la zona de estudio (2012).

El DIAGRAMA ENTIDAD-RELACIÓN que se construyó y se muestra adelante, permite mostrar las entidades espaciales con sus atributos y establecer las relaciones entre ellas. Las entidades que se identificaron fueron:

Localidad: Entidad territorial que ejerce sus funciones dentro de una porción del territorio del Distrito Capital

UPZ: Conjunto de manzanas territorializadas como Unidades de Planeamiento Zonal dentro de la función de planeación.

Barrio catastral: Conjunto de manzanas territorializadas bajo un nombre de barrio. No corresponde a los barrios definidos por la SDP.

Área de estudio: Conjunto de manzanas que integra la zona de influencia del Aeropuerto El Dorado, para la localidad de Engativá.

Manzana: O área amanzanada, limitada por vías o accidentes geográficos.

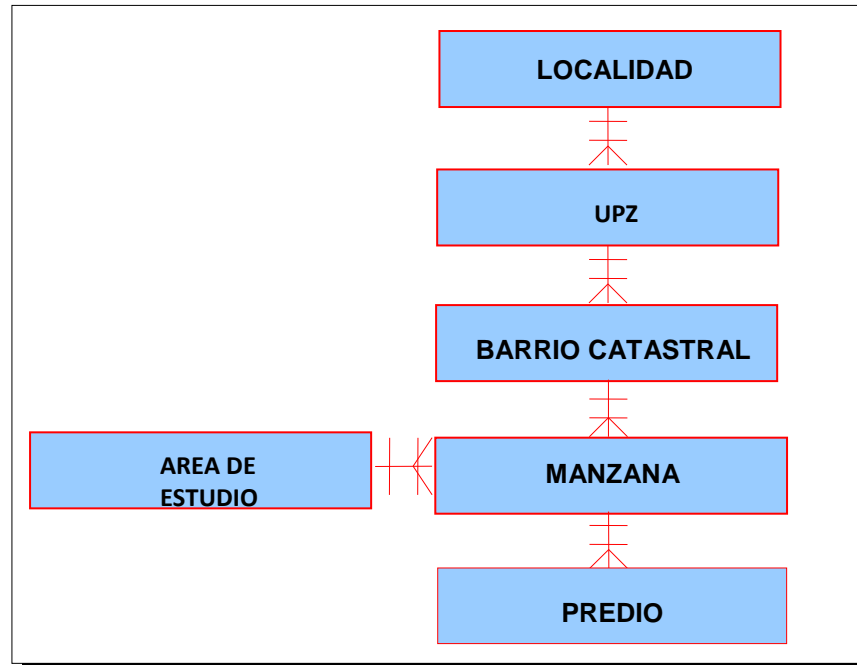
Predio: Mínima unidad catastral, que conforma manzanas.

¹²Según el DNP en "La estratificación socioeconómica es una herramienta que permite -en un municipio o distrito- clasificar la población en distintos estratos, o grupos de personas que tienen características sociales y económicas similares"(DNP. Información para Alcaldes y autoridades municipales. Pág. 3). El Distrito Capital tiene entre uno y seis estratos, dada la heterogeneidad económica y social de sus viviendas. Para el Distrito Capital la unidad censal es el lado de manzana o el área amanzanada, pero la generación del estrato se hace por manzana o área amanzanada. El estrato refleja entonces la capacidad de pago de los hogares que habitan la unidad de manzana, es decir su nivel socioeconómico.

¹³La Secretaría Distrital de Planeación (SDP) es la entidad competente para determinar el uso del suelo. Se requiere de esta información como base para establecer la comparación entre: los niveles permisibles por uso y la real ocurrencia.

La relación encontrada y normalizada se muestra en el siguiente Modelo Entidad-Relación:

Figura 4. Modelo Entidad-Relación normalizado



El **MODELO LÓGICO** resultante fue el siguiente:

Cuadro 3. Modelo lógico normalizado

ENTIDAD: LOCALIDAD (TERCERA FORMA NORMAL)

Descripción	Unidad	Campo	Tip dato	Long	Dec
Código de la Localidad	LLAVEPRIM	CODCLOC	C	2	
Código del Municipio	NN	CODMPIO	C	7	
Nombre de la Localidad	NN	NOMLOCA	C	20	
Descripción de la Localidad		DESCLOC	Objeto Texto	Objeto	

ENTIDAD: UPZ (TERCERA FORMA NORMAL)

Descripción	Unidad	Campo	Tip dato	Long	Dec
Código de la UPZ	LLAVEPRIM	CODCUPZ	C	2	
Código del Municipio	NN	CODMPIO	C	7	
Código Barrio Catastral	LLAVEHERE	CODBARR	N	6	0
Nombre de la Localidad	NN	NOMLOCA	C	20	
Descripción de la Localidad		DESCUPZ	Objeto Texto	Objeto	

ENTIDAD: BARRIO CATASTRAL (TERCERA FORMA NORMAL)

Descripción	Unidad	Campo	Tip Dato	Long	Dec
Código Barrio Catastral	LLAVEPRIM	CODBARR	N	6	0
Código de la UPZ	LLAVEHERE	CODCUPZ	C	2	
Nombre del Barrio	NN	NOMBARR	C	30	
Descripción del Barrio		DESCBAR	Objeto Texto	Objeto	

ENTIDAD: MANZANA (TERCERA FORMA NORMAL)

Descripción	Unidad	Campo	Tip dato	Long	Dec
Código Manzana	LLAVEPRIM	CODMANZ	N	2	
Código Barrio Catastral	LLAVEHERE	CODBARR	N	6	0
Código de la Localidad	LLAVEPRIM	CODCLOC	C		
Código Uso del Suelo	NN	CODIUSO	N	6	0
Código Estrato	NN	CODESTR	N	1	0
Vía Principal	NN	VIAPRIN	C	20	
Vía Generadora	NN	VIAGENE	C	20	

ENTIDAD: AREA DE ESTUDIO (TERCERA FORMA NORMAL)

Descripción	Unidad	Campo	Tip dato	Long	Dec
Código Área	LLAVEPRIM	CODAREA	N	1	
Código Barrio Catastral	LLAVEHERE	CODBARR	N	6	0
Hora de Toma	NN	HORTOMA	Tiempo	4	0
Fecha de toma	NN	FECTOMA	Fecha	10	
Valor de toma	NN	VALTOMA	N	3	1
Vía Principal	NN	VIAPRIN	C	20	
Vía Generadora	NN	VIAGENE	C	20	

ENTIDAD: PREDIO (TERCERA FORMA NORMAL)

Descripción	Unidad	Campo	Tip dato	Long	Dec
Código Predio	LLAVEPRIM	CODPRED	N	2	0
Código Barrio Catastral	LLAVEHERE	CODBARR	N	6	0
Código Manzana	LLAVEHERE	CODMANZ	N	2	0
Vía Principal	NN	VIAPRIN	C	20	
Vía Principal	NN	VIAPRIN	C	20	
placa	NN	VIAPRIN	C	20	

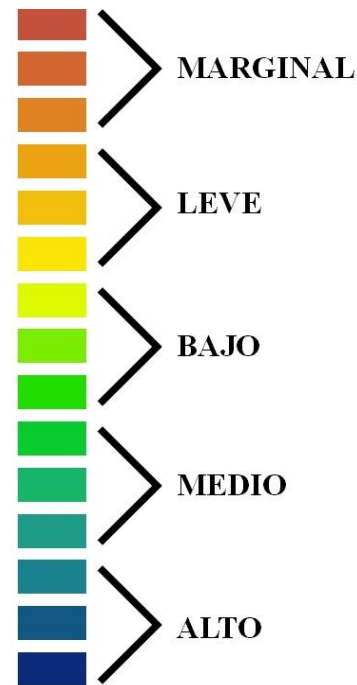
Fuente: Autor del proyecto 2013

Sobre el software de Sistemas de Información Geográfica y a partir de las coberturas digitales con que se contaba (primer grupo de datos), se construyó el mapa de “Grado de afectación del ruido frente a la norma de uso en la localidad de Engativá”. La coberturas del mapa digital que se usaron fueron: límite de

manzana¹⁴, límite de predio¹⁵, malla vial¹⁶, límite de sardinell¹⁷, límite de barrio catastral¹⁸, límite de UPZ¹⁹, límite de localidad²⁰ y, sitios de interés²¹.

La comparación entre los usos permitidos (que se ven tanto en el mapa de uso del suelo como en el de la estructura ecológica principal) y los niveles de ruido (mapa de ruido de la SDA) se hizo por criterio de experto, asignando a cada predio una de las veinte categorías de la Figura 5 (cada una corresponde a un dBA por encima del nivel permitido por uso). Es decir que predio a predio se confrontó la información del uso permitido contra el nivel sonoro consignado en el Mapa de Ruido de la SDA.

Figura 5. Leyenda del Grado de afectación del ruido frente a la norma de uso en la localidad de Engativá



Fuente: Autor del proyecto 2013

¹⁴Límite de manzana. Es una cobertura con topología de polígono que representa los linderos de una manzana o un área amanzanada. Contiene como información asociada la estratificación.

¹⁵Límite de predio. Es una cobertura con topología de polígono que representa los linderos de un predio. Contiene como información asociada la clasificación de uso del suelo y la estructura ecológica principal.

¹⁶Malla vial. Es una cobertura con topología de línea que informa sobre la nomenclatura vial de cada vector (calles y carreras).

¹⁷Límite de sardinell. Es una cobertura con topología de polígono que representa los linderos de andén.

¹⁸Límite de barrio catastral. Es una cobertura con topología de polígono que muestra la sectorización de los barrios catastrales de Bogotá.

¹⁹Límite de UPZ. Es una cobertura con topología de polígono que representa los linderos de las Unidades de Planeamiento Zonal del área urbana de Bogotá.

²⁰Límite de localidad. Es una cobertura con topología de polígono que representa los linderos de las veinte localidades de Bogotá (incluida la localidad 20, Sumapaz).

²¹Sitios de interés. Se tuvieron en cuenta los siguientes puntos de interés: universidades, colegios, centros comerciales, restaurantes, supermercados y, teatros.

7. ASPECTOS FINANCIEROS

Los recursos que hicieron posible esta investigación fueron:

RECURSOS	APORTES UNIVERSIDAD LIBRE	APORTES ESTUDIANTE (pesos)
Uso computador	0	200.000
Adquisición de textos	0	50.000
Uso software de SIG y estación de trabajo	0	1.500.000
Impresión de mapas	0	450.000
Impresión de textos	0	200.000
Acceso a internet	0	100.000
Empastes y CDs	0	50.000
Investigador (Humberto Torres Castaño)	0	8.000.000
Director	Valor desconocido	0
Evaluadores	Valor desconocido	0
TOTAL	Valor desconocido	10.550.000

Es decir que en total el costo de la investigación fue de diez millones quinientos cincuenta mil pesos (\$**10.550.000**).

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1. DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Se eligió como localidad de estudio a Engativá, y dentro de ella, el área de influencia del Aeropuerto “El Dorado”. Respecto de la localidad puede decirse lo siguiente:

8.1.1 La localidad.

La localidad de Engativá, identificada con el número 10, está ubicada en el costado noroccidental de la ciudad. La extensión de la localidad es de 35,56 km², de las cuales el 69% se clasifican como suelo urbano y el resto como áreas protegidas. Sus límites son:

Cuadro 4. Delimitación de Engativá

ORIENTACIÓN	LÍMITES
Al occidente	Con el Río Bogotá como límite del Distrito Capital y que limita con los Municipios de Mosquera y Cota.
Al sur	Con la calle 26 y Avenida calle 62, que la separa de la localidad de Engativá.
Al norte	Con el Río y Humedal Juan Amarillo, que delimita las localidades de Suba y Engativá.
Al oriente	Con la Avenida Carrera 68 separándola de las localidades de Teusaquillo y Barrios Unidos

Fuente: Conociendo la Localidad de Engativá: Diagnostico de los aspectos físicos, demográficos y socio económicos. 2009

La localidad de Engativá se encuentra ubicada a 2.530 metros sobre el nivel del mar, su temperatura media anual es de 14,9° C y presenta topografía plana.

Engativá se encuentra localizada al nor-occidente de la ciudad. Su origen es un municipio de la época precolombina, cuyo nombre en el idioma muisca significa “cacique de Inga”. En esa época el municipio Engativá se encontraba a 17 kilómetros de Bogotá, con una extensión de 37 kilómetros cuadrados y estaba conformada por 11 veredas entre ellas: Bolivia, Boyacá, Cama Vieja, Cune, El Centro, Gaitán - París, La Florida, Pueblo Viejo, Las Granjas, Puerta Grande y San Joaquín. Sus pobladores se dedicaban principalmente a la agricultura, la ganadería y la alfarería (loza en barro).

Durante la época republicana, entre 1856 y 1858 se eliminó la propiedad comunitaria de la tierra del resguardo indígena de Engativá, pasando a repartirse en forma individual. La mayoría de los predios fueron comprados a los nativos por precios irrisorios y, en consecuencia, los indígenas pasaron a ser peones de jornal.

En 1954 el Municipio se anexó al Distrito Especial de Bogotá, cuando no superaba los diez mil habitantes. En 1972, mediante el Acuerdo 26, se crearon dieciséis (16) Alcaldías Menores, pasando Engativá a integrar con otros barrios vecinos la Alcaldía Local de Engativá, que fue ratificada por el Acuerdo 8 de 1977. El Acuerdo 2 de 1992 conformó la localidad de Engativá, conservando sus límites, y determinando que fuera administrada por un Alcalde Local y por una Junta Administradora Local, conformada por 11 ediles.

El sistema hídrico de la localidad esta compuesto por los ríos: El Salitre o Juan Amarillo y por los humedales: Juan Amarillo, Jaboque, Santa María del Lago y La Florida, último que aloja un parque público.

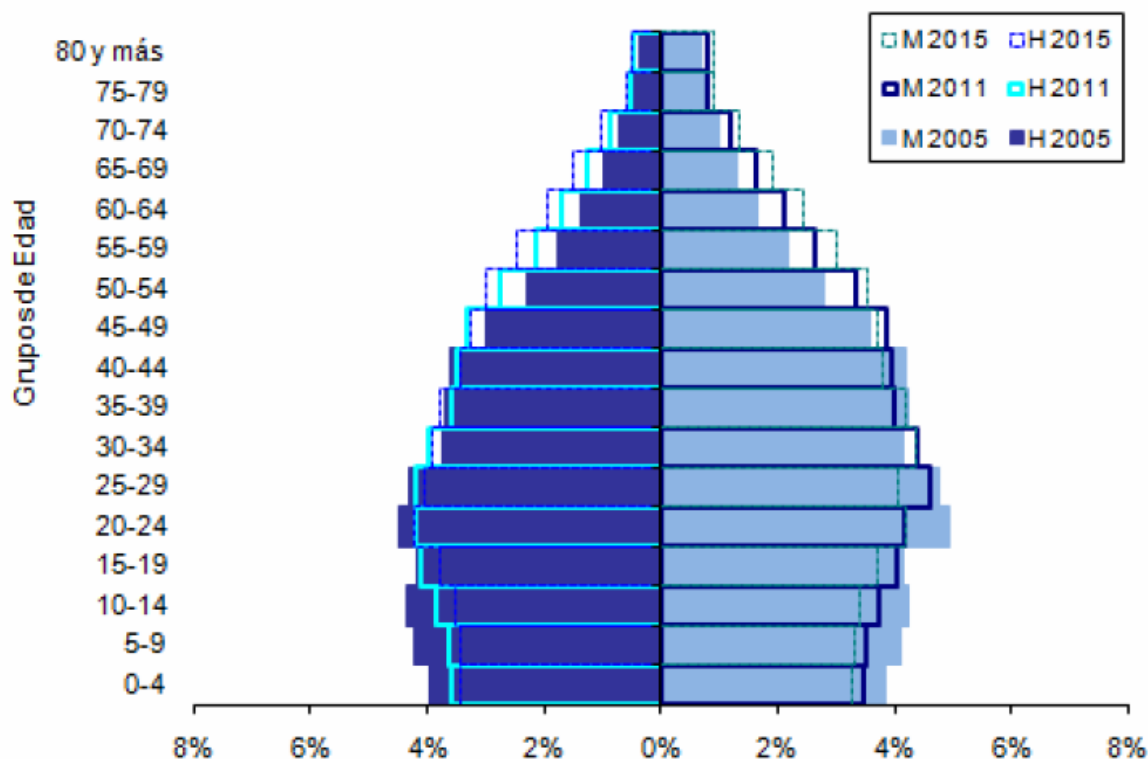
Respecto de la localización del comercio son importantes los siguientes centros: Diverplaza Álamos, Unicentro de Occidente, Centro Comercial Portal de la 80, Centro Comercial Titán Plaza, Corredor Comercial “Las Ferias” y, Corredor Comercial “la 77”. También, sobre el eje vehicular de la Avenida “El Dorado”, se encuentran varias industrias y las sedes de los dos periódicos nacionales “El Tiempo” y “El Espectador”.

Las principales vías de acceso de la localidad, son la Calle 68, y la Avenida “El Dorado”, la Avenida Boyacá y la Avenida Ciudad de Cali. Sobre el eje vial Avenida “El Dorado”, se localizan las estaciones de TransMilenio: El portal “El Dorado”, Modelia, Normandía y, Avenida Rojas; sobre la autopista Medellín (Avenida Calle 80): El Portal de la 80, Quirigua, Carrera 90, Avenida Cali, Granja, Carrera 77, Minuto de Dios, Boyacá, Ferias, Avenida 68.

Según las proyecciones de población estimadas por la Secretaría Distrital de Planeación, Engativá para el año 2013 tiene el 11,2% de los habitantes del Distrito Capital que corresponde a 858.935 habitantes de un total de 7.651.461 personas; en la localidad son 410.586 hombres (47,8%) y 448.349 (52,2%).

En la gráfica siguiente se muestra la pirámide de la población para hombres y mujeres en tres (3) periodos: 2005, 2011 y 2015. La figura muestra que Engativá es una localidad que tiende al envejecimiento, pues presenta un perfil poblacional constrictivo, con natalidad y mortalidad baja, lo cual determina un crecimiento natural moderado.

Figura 6. Engativá. Pirámide de población por sexo 2005, 2011 y 2015



Fuente: Monografía de la localidad de Engativá. Secretaría Distrital de Planeación. 2011.

La distribución de la población por edades se concentra en el rango “adultos” (25 a 59 años) con un 50,3%, seguido por el grupo de “jóvenes” (18 a 24 años) con 11,7%, adultos mayores (más de 60 años) con 11,3%, infantes (6 a 12 años) con 10,2%, primera infancia (0 a 5 años) con 8,5% y finalmente el grupo de los adolescente (13 a 17 años) con 7,9%. La edad media de la localidad es 32,7 (SDP. Boletín febrero 2009)

La población de la localidad se incrementa considerablemente con la población flotante, en su mayoría comerciantes y población trabajadora. La tasa de crecimiento exponencial es de 0,89 para la localidad en el 2013.

Con relación al uso del suelo en la localidad de Engativá, se encuentra la siguiente distribución:

Cuadro 5. Uso del suelo en la localidad de Engativá

Uso del suelo	Participación
Residencial (viviendas)	60,4%
Comercio y servicios	20,1%
Industrial	15,0%
Fuente: SDP Monografía Engativá. 2011	

El territorio oficial de la localidad, en su interior, esta compuesto por nueve Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ). A su vez, estas unidades están divididas en barrios, aunque algunas UPZ comparten barrios). Los barrios que conforman las diferentes UPZ de la localidad se muestran a continuación:

Cuadro 6. Los barrios que conforman las diferentes UPZ de la localidad

Nombre UPZ	Barrios que la integran
Las Ferias:	Bellavista Occidental, Bonanza, Bosque Popular, Cataluña, Ciudad de Honda, El Dorado-San Joaquín, El Guali, El Laurel, El Paseo, Estrada, La Cabaña, La Estradita, La Europa, La Marcela, La Reliquia, Las Ferias, Metrópolis, Palo Blanco, Santo Domingo y, Acapulco.
Minuto de Dios	Andalucía, Bochica, Ciudad Bachué, Copetroco La Tropical, El Portal del Río, La Española, La Palestina, La Serena, Los Cerecitos, Los Cerezos, Luis Carlos Galán, Meissen-Sidauto, Minuto de Dios, Morisco, París-Gaitán, Primavera Norte y, Quirigua.
Boyacá Real	Boyacá, El Carmelo, El Refugio, Florencia, Florida Blanca, La Almería, La Granja, La Soledad Norte, La Salina, Los Pinos Florencia, Maratu, París, Santa Helenita, Santa María del Lago, Santa Rosita, Tabora, Veracruz y, Zarzamora.

Santa Cecilia	El Encanto, El Lujan, El Real, Los Monjes, Normandía, Normandía Occidental, San Ignacio, San Marcos, Santa Cecilia, Villa Luz.
Bolivia	Bochica II, Bolivia, Ciudadela Colsubsidio, Cortijo y, El Dorado.
Barrio Garcés Navas	Álamos, Álamos Norte, Bosques de Mariana, El Cedro, Garcés Navas, Los Ángeles, Molinos de Viento, Plazuelas del Virrey, San Basilio, Santa Mónica, Villa Amalia, Villa Sagrario, Villas de Granada, Villas de Madrigal, Villas del Dorado-San Antonio, Bosques de Granada, Parques de Granada, Andalucía Parques de Granada, Portal de Granada, Rincón de Granada, Granada Club Residencial y, La Rotana, Mirador de los Cerezos.
	Engativá: Alameda, Centauros del Danubio , El Cedro, El Mirador, El Muelle, El Palmar, El Triángulo, El Verdún, Engativá-Centro, Granjas El Dorado, La Cabaña, La Esperanza, La Faena, La Riviera, La Torquigua, Santa Lucia Norte, Las Mercedes, Las Palmas, Linterama, Los Laureles, Los Laureles-Sabanas El Dorado, Marandú, Porvenir, Puerto Amor-Playas del Jaboque, San Antonio Norte, San Basilio, San José Obrero, Santa Librada, Villa Claver I y II, Villa Constanza, Villas del Dorado Norte, Villa Gladys, Villa Mary, Villa Sandra, Villa Teresita y, Viña del Mar.
Jardín Botánico	El Salitre y, Luis María Fernández
Álamos	San Ignacio y, Los Álamos.
Fuente: SDP. Norma Común, 2005	

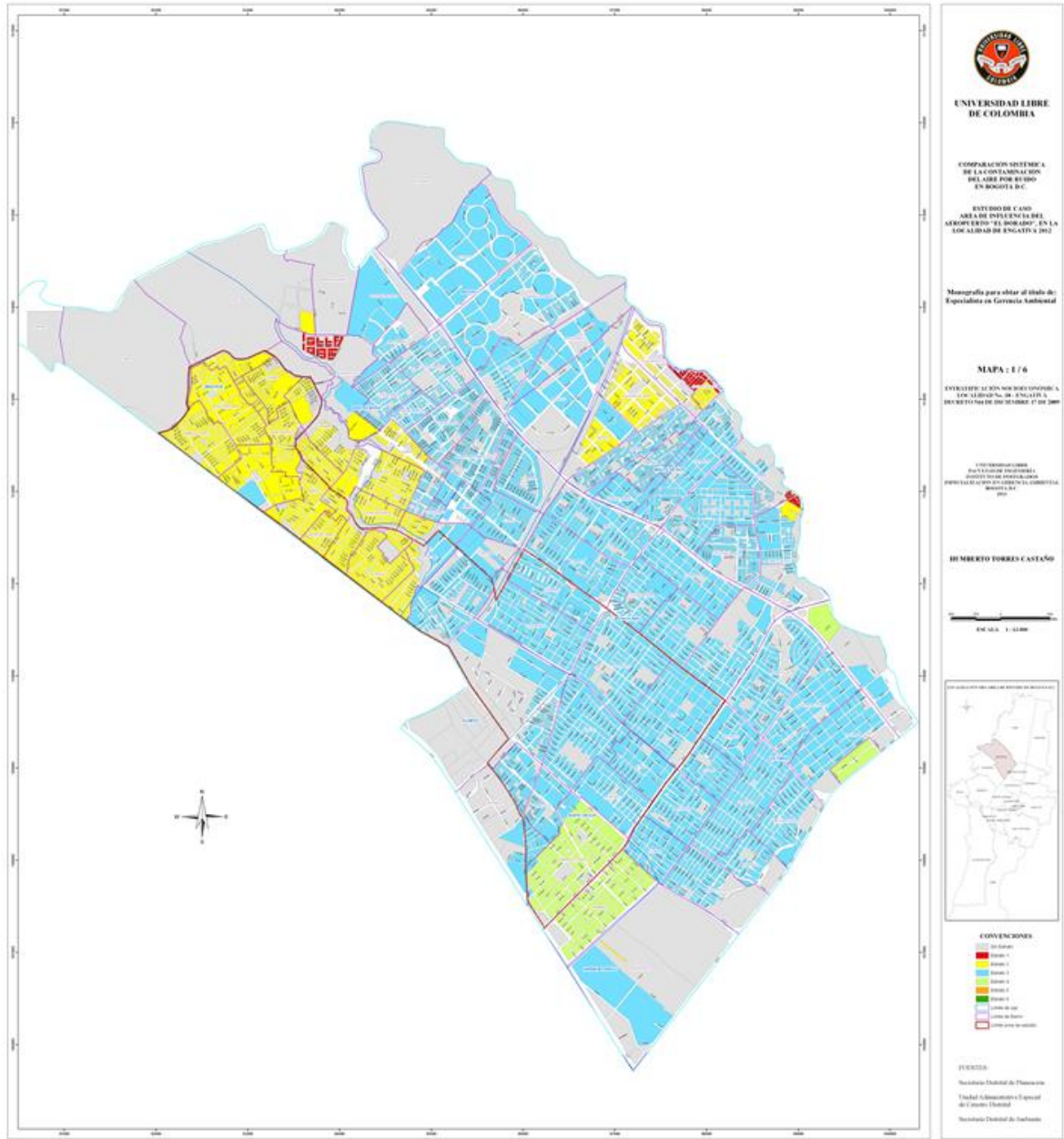
Respecto a la estratificación urbana oficial de Bogotá, determinada por el Decreto 544 del 17 de diciembre de 2009, la cual le asigna uno de seis estratos a cada manzana (con por lo menos una vivienda en su interior), la localidad tiene la siguiente distribución de manzanas por estrato.

Cuadro 7. Distribución de manzanas de la localidad de Engativá por estrato

Estrato						
	Sin	Uno	Dos	Tres	Cuatro	Total
Totales	650	66	998	2.506	124	4.344
Porcentaje	14,96	1,52	22,97	57,69	2,86	100%
Fuente: SDP Monografía Engativá. 2011						

Así es claro que es una localidad que tiene el mismo comportamiento que la ciudad capital, es decir mayoritariamente de manzanas en estratos dos y tres (3.506 que corresponden al 80,66%), con presencia mínima de manzanas en estratos cuatro (2,86%) y uno (1,52%). Sin estrato (inexistencia de viviendas) se registra el 14,96%. En el Mapa 1 del Anexo 1 se muestra la estratificación adoptada mediante Decreto 544 de 2009 en escala 1:13.000 y una imagen en la Figura 3 (incluyen perímetro del área de estudio).

Figura 7. Estratificación Socioeconómica de la Localidad No. 10 de Engativá.



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación – Dirección de Estratificación 2013

8.1.2 El área de influencia del Aeropuerto El Dorado (**zona de estudio**)

El territorio es vital a la hora de entender las estructuras socio-espaciales, pues es un espacio de poder, de dominio. Es una construcción mediada por el mercado y por los gobiernos, que se construye y reproduce de manera desigual.

Así en el espacio hay distintas territorialidades (grado de control) del orden local, regional, nacional o multi-nacional; muchas veces en tensión, de acuerdo con los intereses de cada actor. Así, el territorio es dinámico, en constante transformación.

Esta claridad fue importante a la hora de afrontar el estudio del área de trabajo: la zona de influencia del Aeropuerto “El Dorado”, pues se debe entender que es un territorio cuya territorialidad es de exclusiva competencia de la nación, pues es una centralidad de carácter internacional, en tanto de éste depende la comunicación con el resto del país y el mundo; así lo define el artículo 24. Función de las centralidades en la estrategia de ordenamiento del Distrito Capital (artículo 24 del Decreto 469 de 2003):

Cuadro 8. El Aeropuerto como una centralidad del Distrito Capital, controlada por el gobierno nacional

Nombre	Condición de la Centralidad		Uso Principal actual	Función en la estrategia de ordenamiento	Directrices principales para su desarrollo
	Existente	Nueva			
4... Aeropuerto El Dorado - Engativá	X		Comercial Institucion al	Integración nacional e internacional	1. Conformar la gran plataforma para la exportación, y vincular para ello el Aeropuerto de Guaymaral.
Fuente: Decreto 469 de 2003					

Lo citado sustenta que la licencia ambiental para la construcción de la segunda pista y ampliación del aeropuerto fue expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en su condición de entidad competente para

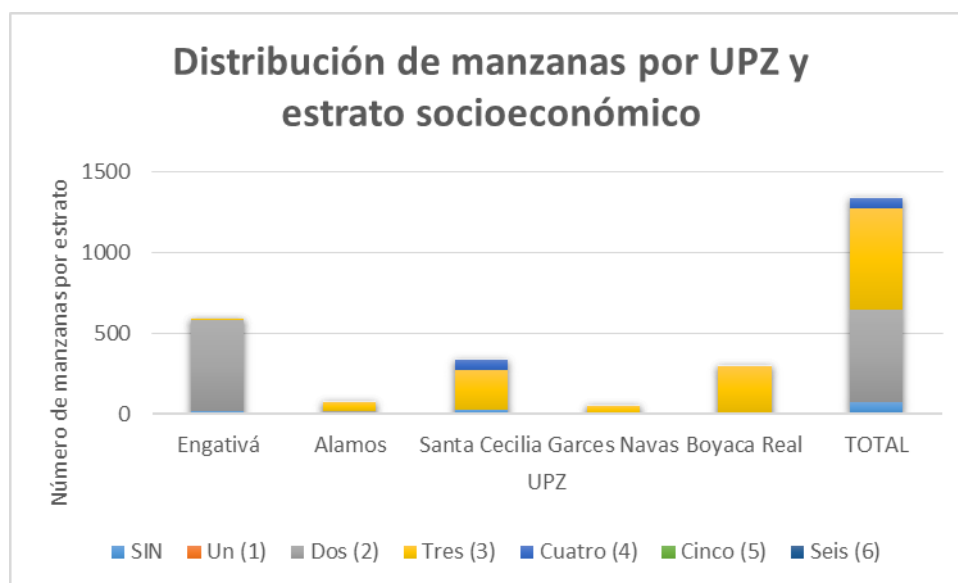
ejecutar acciones de carácter administrativo y/o jurídico según lo establecido en el “Artículo 28. Competencias” establecidas en la Resolución 627 de 2006, *“En caso de violación a las disposiciones ambientales contempladas en la presente resolución, las autoridades ambientales competentes impondrán las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar, de conformidad con el artículo 85 de la ley 99 de 1993 y sus disposiciones reglamentarias...”*

Además, al considerar la resolución 765 de 1999 “por el cual se reglamenta el Acuerdo 6 de 1990, mediante la expedición para la zona de influencia del Aeropuerto El Dorado, correspondientes a los polígonos de reglamentación asignados por los Decretos 735, 736 y 737 de 1993”, se muestra la preocupación del gobierno distrital por regular el ruido producido por el Aeropuerto.

Las normas de uso del territorio contiguo al Aeropuerto son definidas por el orden Distrital, pues es la Secretaría Distrital de Planeación la entidad competente para hacerlo, mientras que las normas de en materia de control de ruido son generadas por el orden nacional (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial) y hechas operativas en Bogotá por la Secretaria Distrital de Ambiente. Los productos normativas de estas entidades fueron considerados en esta tesis.

Ahora bien, respecto del área definida como de estudio, se determinaron los siguientes límites viales están: carrera 127 con calle 63K y calle 64 con transversal 112D, carrera 112D con calle 68B BIS y carrera 96A con calle 63 y, carrera 96A con calle 63 y calle 52A con 73. La distribución de manzanas por estrato y UPZ se muestra a continuación:

Figura 8. Distribución de manzanas por estrato y UPZ



Fuente: SDP 2013

Cuadro 9. Distribución de las manzanas del área de estudio por estrato y UPZ

ZONA DE ESTUDIO										
UPZ	ESTRATO								TOTAL	%
	SIN	%	Dos	%	Tres	%	Cuatro	%		
Engativá	19	3,26	563	96,57	1	0,17	0	0,00	583	43,67
%	24,36		99,29		0,16		0,00		43,67	
Alamos	13	17,33	4	5,33	58	77,33	0	0,00	75	5,62
%	16,67		0,71		9,25		0,00		5,62	
Santa Cecilia	27	8,11	0	0,00	243	72,97	63	18,92	333	24,94
%	34,62		0,00		38,76		100,00		24,94	
Garces Navas	6	12,00	0	0,00	44	88,00	0	0,00	50	3,75
%	7,69		0,00		7,02		0,00		3,75	
Boyaca Real	13	4,42	0	0,00	281	95,58	0	0,00	294	22,02
%	16,67		0,00		44,82		0,00		22,02	
TOTAL	78	5,84	567	42,47	627	46,97	63	4,72	1335	100,00
	100,00		100,00		100,00		100,00		100,00	

Fuente: SDP. Cálculos con base en el mapa de estratificación urbana de Bogotá vigente (Decreto 544 de 2009).

La zona de estudio tiene manzanas de cinco (5) UPZ, con la siguiente distribución de manzanas (de mayor a menor cantidad): Engativá 583 (43,67%), Santa Cecilia 333 manzanas (24,94%), Boyacá Real 294 manzanas (22,02%), Álamos 75 manzanas (5,62%) y, Garcés Navas 50 manzanas (3,75%). Las manzanas en estrato dos (2) se concentran en la UPZ Engativá (99,29%), las de estrato tres en las UPZ Boyacá Real (44,82%) y Santa Cecilia (36,76%) y las manzanas estrato cuatro exclusivamente en la UPZ Santa Cecilia.

8.2. RECOLECCIÓN DE DATOS: ESPACIALES Y DE RUIDO

Se gestionó la obtención de la información espacial con la Secretaría Distrital de Planeación. Así, tanto el mapa de estratificación socioeconómica, como el de norma del uso del suelo y aquel con la estructura ecológica principal se incluyeron como insumos del estudio.

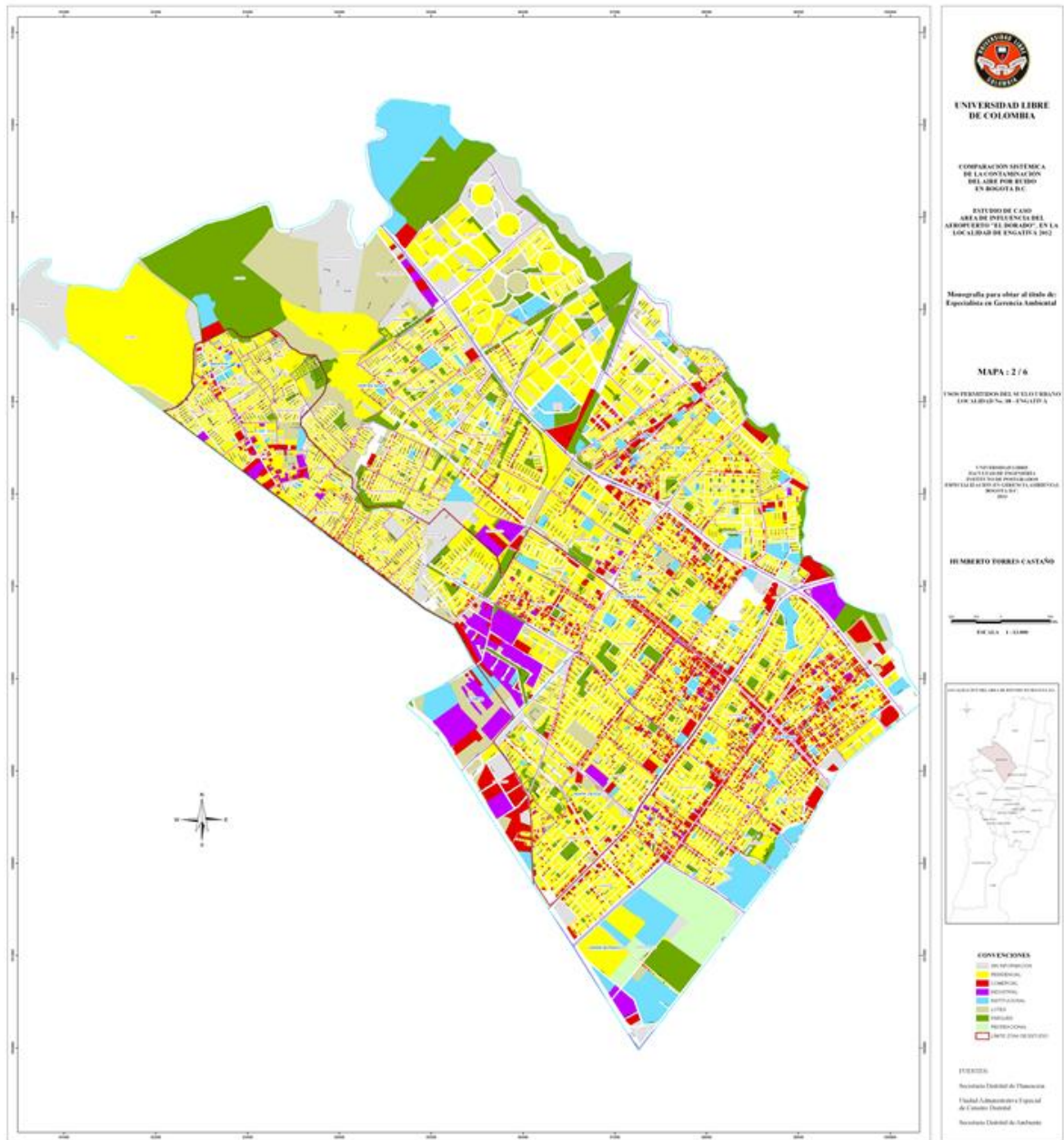
Los usos de suelo permitidos de la localidad Engativá se presenta en escala 1:13.000 en el Mapa 2 del Anexo 1, y una imagen en la Figura 6 (incluye perímetro del área de estudio). También en escala 1:13.000 se muestra en el Mapa 3 del anexo 1 la estructura ecológica principal del POT para la localidad de Engativá, necesaria para localizar los parques en zonas urbanas (zona de tranquilidad y ruido moderado) y una imagen en la Figura 7. Los dos mapas incluyen perímetro del área de estudio.

La construcción de los mapas de ruido hoy son obligatorios para las entidades ambientales competentes. La Resolución 0627 de 2006 del MAVDT, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, determina en su artículo 22 la obligatoriedad de construir mapas de ruido así:

“corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales a que se refiere el artículo 66 de la Ley 99 de 1993, y el artículo 13 de la Ley 768 de 2002, elaborar, revisar y actualizar en los municipios de su jurisdicción con poblaciones mayores de cien

mil (100.000) habitantes, mapas de ruido ambiental para aquellas áreas que sean consideradas como prioritarias. En cada uno de estos municipios, la elaboración del primer estudio y sus respectivos mapas de ruido se deben efectuar en un período máximo de cuatro (4) años, contados a partir de la entrada en vigencia de la Resolución”.

Figura 9. Usos permitidos en la Localidad No. 10 de Engativá.



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación. POT 2005.

Figura 10. Estructura Ecológica de la Localidad No. 10 de Engativá.

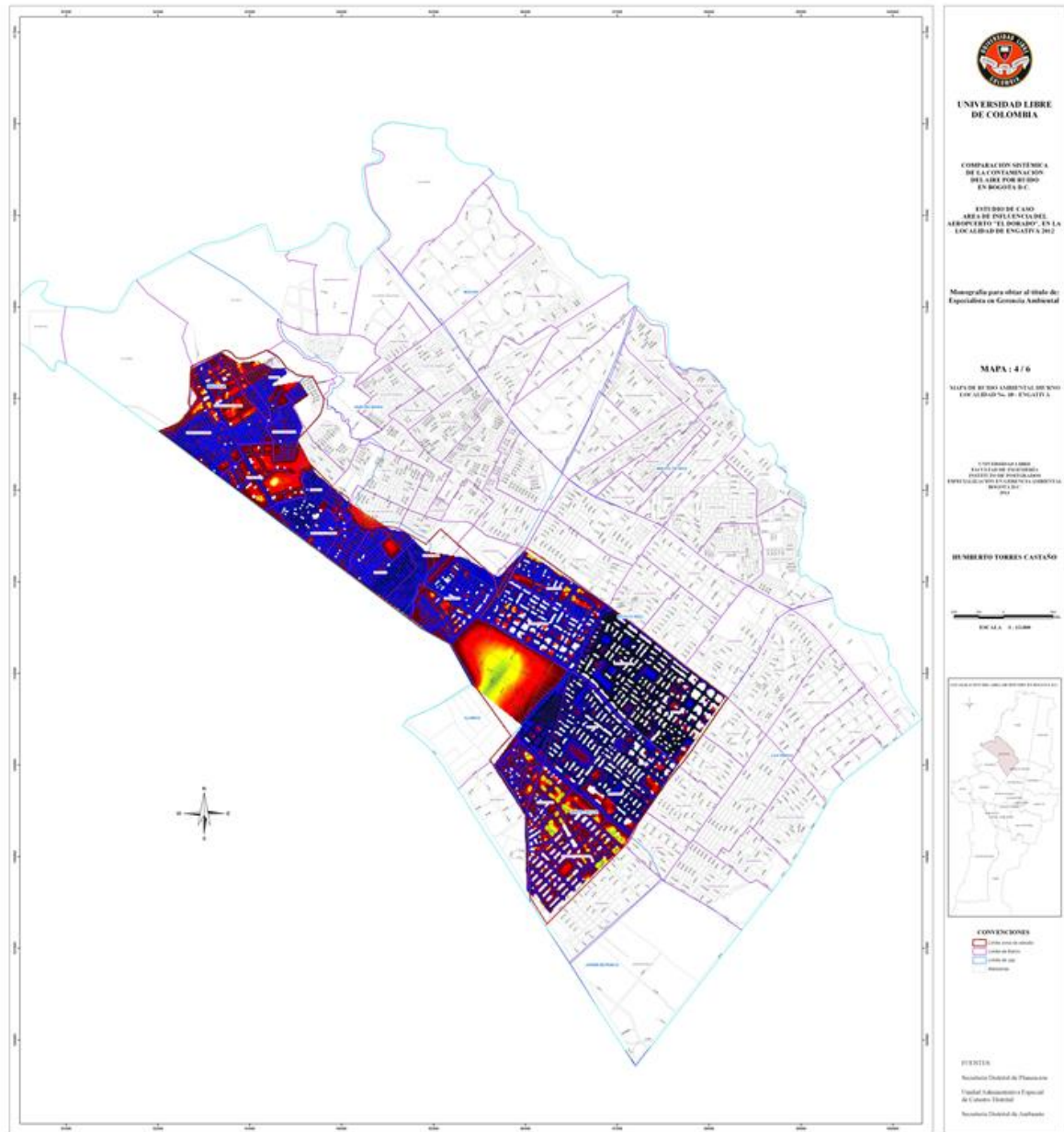


Fuente: Secretaría Distrital de Planeación – POT 2005

La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), como entidad competente en la elaboración de los mapas de ruido, estudia la zona de influencia del Aeropuerto El Dorado, a través de un sistema de monitoreo de ruido. El sistema cuenta con cinco estaciones de monitoreo: CAI de Modelia, Villa Luz, Jardín Botánico, Conjunto Residencial Cofradía (manzana 42) y la Cruz Roja. Además, la SDA posee una Unidad Móvil de Monitoreo de Ruido, que en tiempo real genera los índices de generación de ruido ambiental por fuentes móviles, fuentes fijas y/o medidas puntuales.

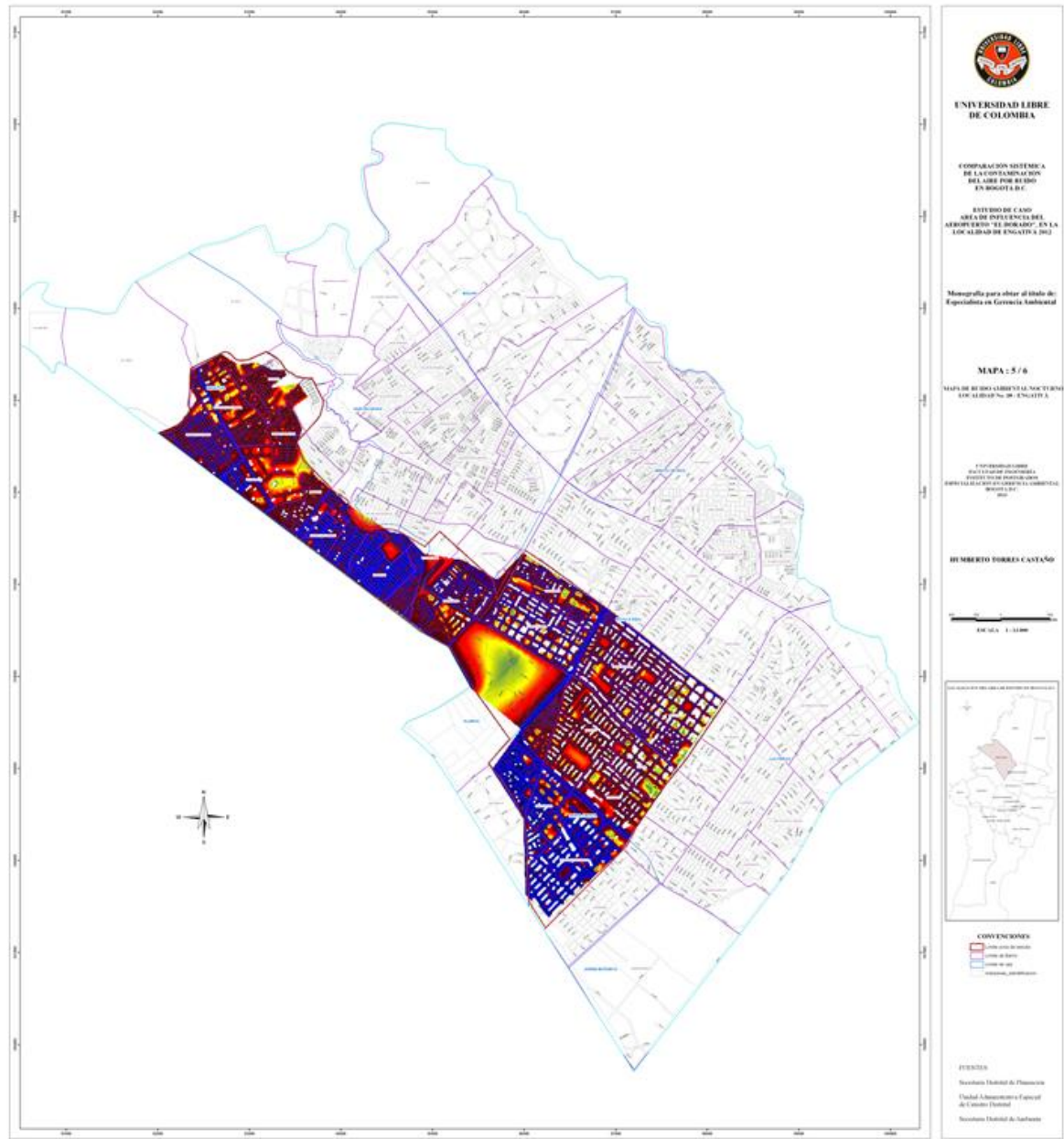
Como innovación la SDA integró los dos sistemas de medición (estaciones y unidad móvil) para obtener mapas de ruido más relacionales. El resultado, para el área de estudio, fue la generación de los dos mapas de ruido 2012 que fueron suministrados por la SDA y se muestran adelante. Así el Mapa 4 del Anexo 1 muestra el ruido del periodo día para el 2012, del área de influencia del Aeropuerto El Dorado para la localidad Engativá, y el Mapa 5 del Anexo 1 el que corresponde al periodo nocturno. Sus imágenes se muestran en las Figuras 8 y 9 de las páginas siguientes.

Figura 11. Mapa de ruido periodo diurno para el área de estudio



Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente 2011.

Figura 12. Mapa de ruido periodo nocturno para el área de estudio



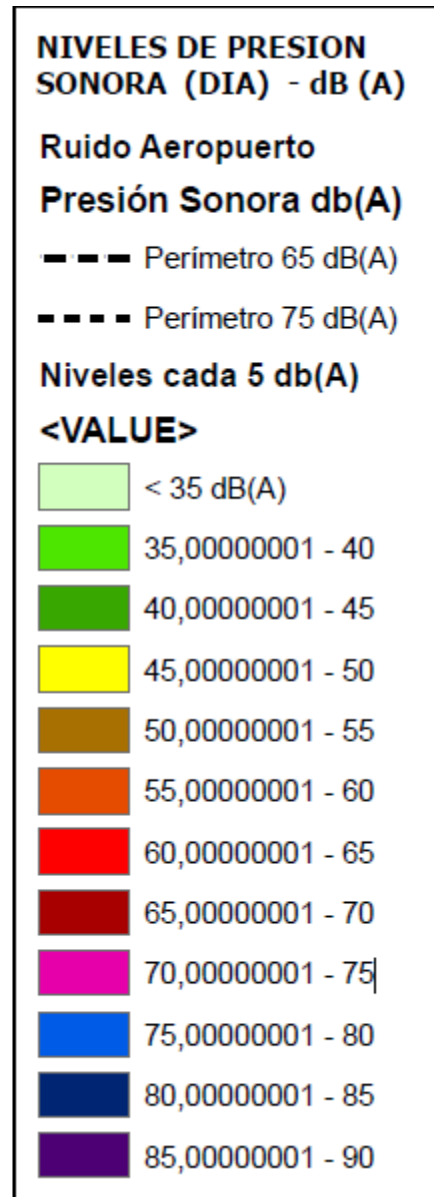
Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente 2011.

La gama de colores que se muestra en la cartografía anterior se ajusta a la norma ISO 1996-2 (de menor a mayor presión según gama de colores del verde al azul). En los mapas es visible que en zonas no construidas y lejanas a las vías, se registra una emisión de ruido de bajo impacto, con niveles sonoros menores a 50 dB(A), mientras en colores azules (valores de 75 a 80 dB(A)) se muestran altos niveles de ruido de tipo lineal sobre las vías.

La confrontación entre los dos mapas (4 y 5) permite ver que en el área de estudio se presenta una reducción de los niveles sonoros (entre 5 - 10 dB(A)), indicados por el cambio de color del amarillo al verde y del naranja al ocre en algunos sectores.

Por lo anterior, en el análisis espacial de niveles de afectación por ruido, en el área de estudio, se consideró el mapa de ruido diurno.

Figura 13. Leyenda para interpretación de colores en el mapa de ruido ambiental para los periodos diurno y nocturno.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente

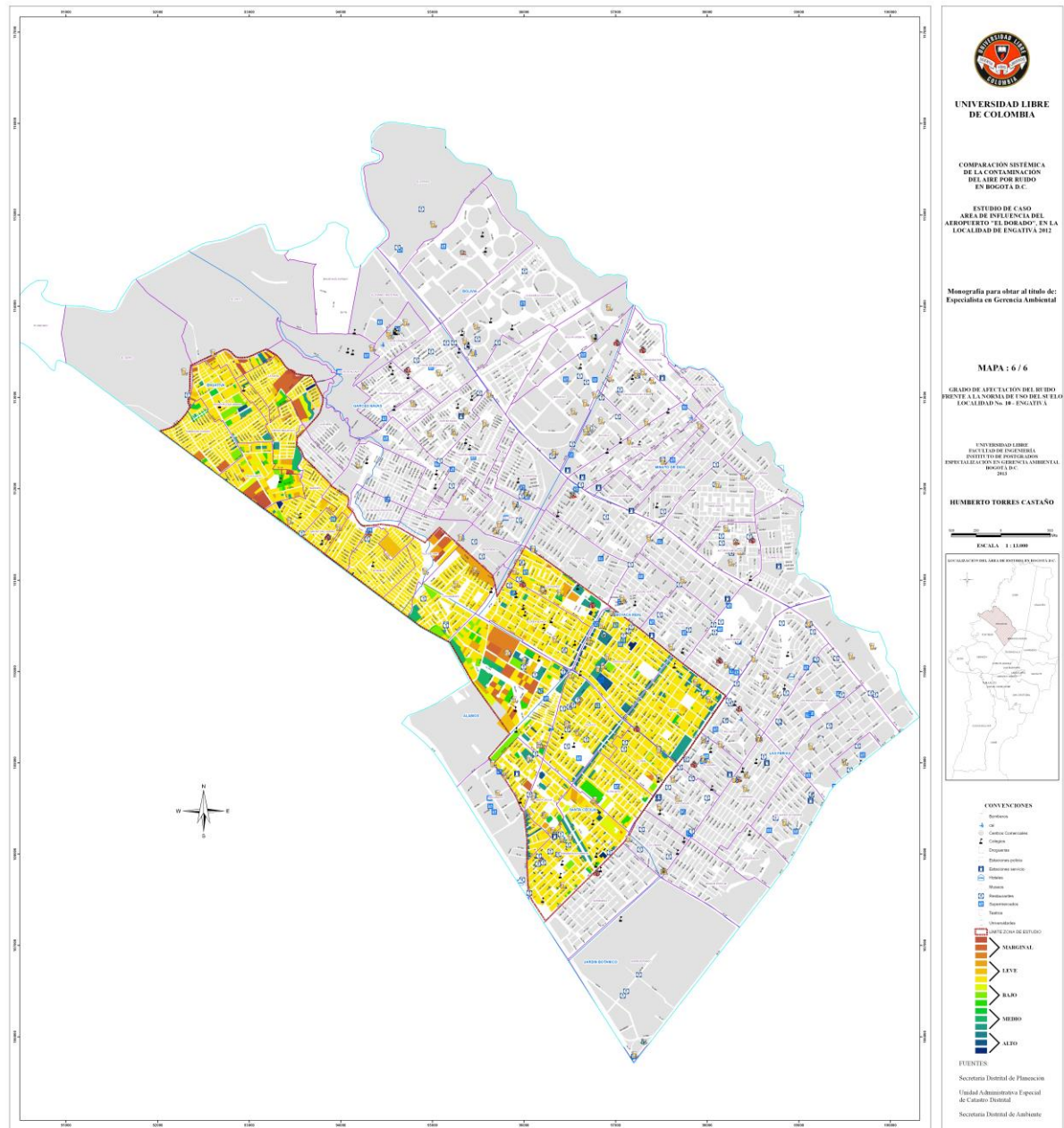
8.3 ANÁLISIS ESPACIALES DEL COMPORTAMIENTO DE LA CONTAMINACIÓN SONORA

Sin lugar a dudas uno gran foco de contaminación del aire por ruido, en la zona de estudio, es la operación del Aeropuerto El Dorado. Si bien el tránsito de las aeronaves no genera un ruido continuado, cuando ocurre es mayor a 75 decibeles e impacta toda la población. Incluso el ruido que se genera de manera local, se enmascara por aquel producido por el paso de las aeronaves; tanto que es necesario cortar las conversaciones para reiniciarlas cuando la aeronave se haya ido. La afectación alta e intermitente producida por las aeronaves es conocida por el gobierno nacional, el cual ha hecho programas de insonorización de viviendas (con doble vidrio y cubiertas especiales), que ha alcanzado a mitigar en algún grado el impacto. Sin embargo, el Aeropuerto sigue afectando la calidad de vida de los moradores del sector aledaño.

Desde el gobierno distrital (Secretaría Distrital de Ambiente) se han hecho esfuerzos para aumentar el número de estaciones de monitoreo y los sistemas de procesamiento de información, que se ven reflejados en la producción de mejores mapas de ruido. También desde la Secretaria Distrital de Ambiente se han realizado campañas pedagógicas dirigidas a los responsables de las fuentes generadoras de ruido fijas y móviles, respecto de las afectaciones del ruido hacia la salud humana de sus vecinos.

En el Mapa 6 del Anexo 1 se muestra el grado de afectación del ruido frente a la norma de uso del suelo para la zona de estudio, en escala 1:13.000, y su imagen puede verse en la Figura 11. La distribución de las manzanas de la zona de estudio, por nivel de afectación por ruido, también se muestra en el Cuadro y los histogramas de frecuencia siguientes:

Figura 14. Grado de afectación del ruido frente a la norma de uso en la localidad de Engativá.



Fuente: Autor del proyecto 2013.

La afectación leve tiene la mayor representación (914 manzanas con el 68,46%), es decir que casi siete de diez manzanas no tienen afectación constante por ruido. Dos de las manzanas restantes tendrían afectación alta (290 manzanas con

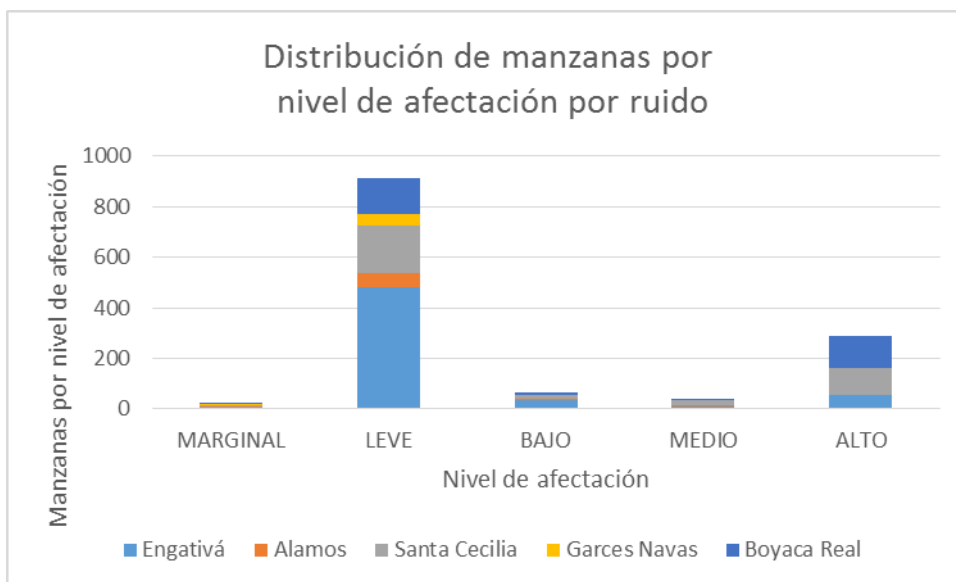
21,72%). Las demás manzanas (131) representan el 9,81% se distribuyen entre nivel de afectación bajo, medio y marginal. Ver cuadro 9.

Cuadro 10. Distribución de manzanas, entre nivel de afectación bajo, medio y marginal

UPZ	MANZANAS CON NIVEL DE AFECTACIÓN POR RUIDO											
	MARGINAL	%	LEVE	%	BAJO	%	MEDIO	%	ALTO	%	TOTAL	%
Engativá	5	0,86	481	82,50	33	5,66	10	1,72	54	9,26	583	43,67
Alamos	5	6,67	55	73,33	8	10,67	4	5,33	3	4,00	75	5,62
Santa Cecilia	5	1,50	189	56,76	15	4,50	21	6,31	103	30,93	333	24,94
Garces Navas	3	6,00	47	94,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	50	3,75
Boyaca Real	5	1,70	142	48,30	10	3,40	7	2,38	130	44,22	294	22,02
TOTAL	23	1,72	914	68,46	66	4,94	42	3,15	290	21,72	1335	100,00

Fuente: Grado de afectación del ruido frente a la norma de uso del suelo

Figura 15. Distribución de manzanas por nivel de afectación por ruido.

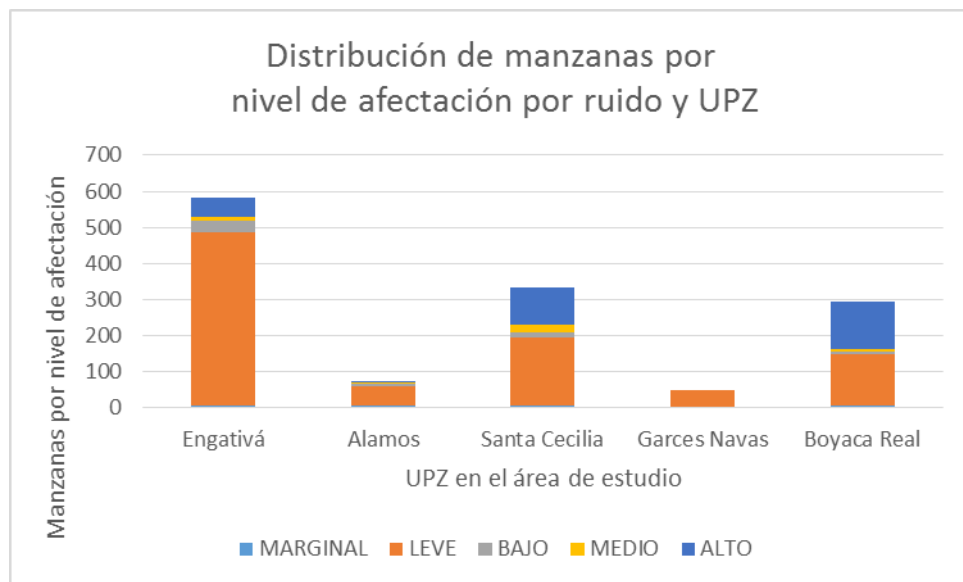


Fuente: Autor del proyecto 2013

Como se citó, la afectación alta y constante se registra en, por lo menos un predio de 290 manzanas (21,72%) del total del área de estudio, y su localización (ver mapa 6) se registra principalmente en cinco corredores comerciales de las vías: i) Avenida Ciudad Cali o avenida carrera 86 (entre calles 66 A y avenida calle 62), ii)

carrera 77 (entre avenida calle 63 y la avenida calle 72), iii) avenida calle 53 (entre la carrera 77 y la avenida carrera 72 o Avenida Boyacá), iv) avenida Boyacá o avenida carrera 72 (entre la calle 66 A y la avenida calle 72) y v) avenida calle 63 (entre la avenida Ciudad de Cali o avenida carrera 86 y la Avenida Boyacá o Avenida carrera 72). El ruido de estos corredores tiene como fuente el tránsito automotor de servicio público y particular y, la actividad comercial.

Figura 16. Distribución de manzanas por nivel de afectación por ruido y UPZ



Fuente: Autor del proyecto 2013

También el nivel de afectación alto se encuentra en la zona residencial (Urbanización Torre Campo, localizada en las calles 65 Bis y 66, carrera 91 y avenida carrera 86 o Avenida Ciudad de Cali), debido a su cercanía con la zona industrial de Álamos. Sobre los parques de la zona de estudio se registra una gran presión sonora, debido a que se emplean para programas recreativos de diversas edades, incluyendo el desarrollo de la asignatura de “educación física” de las instituciones educativas aledañas. Con nivel de afectación bajo se registran 66 manzanas (4,94%), con media se encuentran 42 manzanas (3,15% del total) y, con marginal 23 manzanas (1,72%).

9. CONCLUSIONES

Bogotá reúne cerca de ocho millones de habitantes y concentra la mayor oferta de bienes y servicios del país, los cuales en alguna medida dependen de su transporte. El Aeropuerto El Dorado se convierte entonces en una pieza estratégica para la Ciudad Capital y para el país. Sin el Aeropuerto la ciudad quedaría separada del resto del país y del mundo. Esta situación hace que los problemas ambientales que genera (contaminación del aire por ruido) no sean importantes para el gobierno nacional, pues el Aeropuerto es “un mal necesario”. El problema radica en que la contaminación del aire por ruido no parece importarle a nadie, y menos al gobierno nacional, pues en los últimos años no se han generado programas de mitigación de ruido en las comunidades aledañas al Aeropuerto.

Los habitantes de la zona de influencia del Aeropuerto en la localidad de Engativá, padecen el ruido sin quejarse, pues se resignaron a un problema sin aparente solución, que no es evidente a la luz de las normas vigentes, pues los mapas de ruido muestran que el aeropuerto cumple con la norma y que los focos de exceso de ruido se deben al flujo de vehículos en los corredores viales y a casos puntuales.

La operación del Aeropuerto El Dorado, por el transporte de carga y de pasajeros, genera ruido que se incrementa a pasos agigantados con el crecimiento de las flotas aéreas. Si Bogotá crece a una tasa cercana al 5% anual el problema crecería a esta misma tasa. Pero la contaminación del aire por ruido no se hará evidente mientras las tablas de toques máximos de niveles de ruido no cambie y se haga más cercana a las recomendaciones dadas por la OMS en este campo.

Las políticas de control de ruido, ejecutadas desde el gobierno nacional y local, han servido para disminuir el problema, pero no lo solucionarán del todo, pues su desaparición sólo ocurriría con el traslado del Aeropuerto, situación no probable, más cuando se acaba de construir una segunda pista.

En materia de mitigación de ruido por otras fuentes, distintas al Aeropuerto, el gobierno distrital, desde la Secretaría Distrital de Ambiente, ha avanzado en los sistemas de monitoreo y de procesamiento de datos espaciales y, en la promoción de programas de concientización dirigidos a los causantes de la generación de las fuentes generadoras de ruido fijas y móviles.

En la zona de estudio, se corroboró que el ruido por fuentes distintas a la operación del Aeropuerto ocurre mayoritariamente por el tránsito de vehículos de carga y pasajeros y, se concentra en los corredores comerciales. Situación que corrobora la hipótesis de la Secretaría Distrital de Ambiente, respecto de que los automotores son fuentes móviles que causan el 60% del ruido en Bogotá, mientras que el 40% restante es generado por fuentes fijas (bares, discotecas, industrias, cigarrerías, etc.) Con el avance del Sistema de Transporte de la actual Administración Distrital, se asume que los niveles de ruido tenderán a disminuir.

Si bien los resultados del estudio muestran que, a la luz de la confrontación de la norma de ruido con el mapa de ruido que hace la Secretaría Distrital de Ambiente, no hay una exagerada contravención del fenómeno del ruido en el área de estudio, este estudio también permite determinar que se requiere un monitoreo específico de la operación del Aeropuerto en materia de emisión de ruido, pues es claro que los mapas actuales de ruido no están capturando la emisión de las aeronaves cuando surcan el firmamento del área de estudio. La anterior afirmación se sustenta en que se sabe que el paso de una aeronave de gran tamaño produce más de 75 decibeles (cota máxima permitida por la norma nacional).

Así las cosas, en atención a la necesidad del Aeropuerto hay una tácita complicidad de las autoridades ambientales en materia de norma de ruido pues, por un lado, la norma es muy laxa al poner la cota de los 75 decibeles para la operación del Aeropuerto, asimilándola como uso industrial, y por otro, los mapas de ruido no toman con exactitud el impacto de la operación aeroportuaria.

La contaminación por ruido es distinta de otras, su intermitencia hace que la percepción de su impacto sea asimétrica; para algunos es grave y para otros es leve, sin que importe que a todos y todas los afecta por igual. Además es una contaminación “invisible”, las trazas de su acción sobre los seres humanos no son fáciles de medir. Además, quizá por que su mitigación depende de la acción gubernamental, y más del orden nacional que del local, no se evidencia que haya movimientos sociales que busquen mitigar el ruido.

10. RECOMENDACIONES

La OMS determinó que al interior de las edificaciones, en el horario diurno, el tope máximo que no afecta al ser humano (medido en decibeles) es de 50 dB(A), mientras que en el nocturno es de 30 dB(A). Este “deber ser” no tiene concordancia con las normas nacionales ni distritales, pues la Resolución 627 de 2006 (por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental) define, por rangos de uso, unos niveles de emisión de ruido permisible que están muy lejos de los indicados por la OMS. Según la Resolución en comento, el ruido ambiental que se permite en el país va de 55 a 70 dBA. Es decir, que las autoridades ambientales del orden nacional decidieron, al usar su competencia, poner unos parámetros de fácil cumplimiento en materia de ruido.

La Resolución 627 de 2006, a juicio del autor, está dirigida a aceptar el ruido como un problema de la aglomeración urbana, y no a evidenciar y actuar sobre un problema ambiental que tiene un alto impacto en las poblaciones humanas. Así las cosas, con la promulgación de la Resolución citada, la autoridad ambiental no estaría cumpliendo su obligación de defender los intereses de las comunidades que lo padecen. Aunque se sabe de los problemas de ruido en las ciudades y, de su presencia en la mayoría de las ciudades contemporáneas, ese hecho no quiere decir que las autoridades ambientales dejen de fijar políticas públicas que protejan el oído y la calidad de vida de los pobladores urbanos, pues las consecuencias de esa permisividad pueden ser muy costosas (altos precios en programas de salud).

En el mismo sentido se encuentra la homologación que se hace del uso “aeropuertos” respecto del uso “sectores industriales” (artículo 13), pues para los dos usos se permite que se generen niveles sonoros iguales o menores a 70 dBA; nivel claramente nocivo para la salud humana que difiere en 30 dBA de la directiva de la OMS.

Adicionalmente a lo expuesto, para el autor es claro que la norma define dos territorios respecto del manejo del ruido: un primer territorio que las autoridades ambientales locales tienen la obligación de vigilar (a la luz de unas tablas permisivas respecto al ruido) y, un segundo territorio cuyo control se asigna a organismos de control exclusivamente del orden nacional. Así el artículo 12 de la Resolución 627 de 2006 determina “*Ruido de aeronaves. Para efectos de la emisión de ruido de aeronaves se tendrá en cuenta lo consagrado en la Resolución 2130 de 2004 de la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil o la que la adicione, modifique o sustituya*”. La lectura de la Resolución 2130 de 2004 muestra que se profirió para “*garantizar el cumplimiento del Convenio de Aviación Civil Internacional y sus anexos*” y que la generación de ruido de los aviones sólo puede ser evaluada por la misma Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil (UAEAC).

Es decir que, en interpretación del autor, si una autoridad ambiental del orden local (Municipios y Distritos) encuentra que un aeropuerto esta generando un nivel de emisión de ruido mayor a los 70 dBA, no podrá emitir ningún concepto y mucho menos llegar a penalizar a las empresas generadoras, pues la competencia respecto de los generadores de ruido la ejerce exclusivamente la UAEAC. Es decir que la territorialidad (capacidad de ejercer poder sobre un territorio) que ejerce la UAEAC, anula la territorialidad que podría realizar la Administración Distrital.

Lo anterior sustenta que el autor recomienda modificar dos normas. Primero, se sugiere la abolición de las tablas 1 (límites de emisión de ruido) y tabla 2 (límites de ruido ambiental) de la Resolución 627 de 2006, reemplazándolas por límites más cercanos a los definidos por la OMS (en el horario diurno de 50 dB(A), y en el nocturno es de 30 dB(A)) que no estén mediados por el “uso generador del ruido”. Segundo, la modificación de la Resolución 2130 de 2004 dirigida a que la UAEAC comparta la territorialidad en los aeropuertos, permitiendo que las entidades del orden local también intervengan en el control del ruido generado por los aviones.

Si bien la Secretaría Distrital de Ambiente ha alcanzado una madurez operativa y conceptual que le permite la generación eficiente de mapas de ruido, se debería hacer un monitoreo más exhaustivo al área de influencia del Aeropuerto, que permita hacer una mejor identificación del problema, con miras a avanzar mucho más en estrategias que permitan mitigar el ruido. No se debe olvidar que la presión sobre el ambiente del Aeropuerto El Dorado no sólo no ha permanecido constante, sino que ha aumentado notablemente, sin que como respuesta se hayan adelantado programas de mitigación en los últimos años.

Este escenario hace necesario que se proponga la creación de un nuevo marco normativo que considere el aumento en el impacto que generan los aeropuertos, sustentado en el crecimiento de las flotas aéreas. Así, se necesitan normas integrales que impongan restricciones horarias a los aeropuertos y que obliguen la construcción de barreras de ruido tanto en los aeropuertos, como en el interior de las construcciones afectadas.

BIBLIOGRAFÍA

ALEJANDRE, Jaime. I Conferencia De Ruido Ambiental. Presentación y objetivos, (Director de Calidad y Evaluación Ambiental). Madrid, 22 de Noviembre de 2007.

BEHAR, Alberto. El Ruido y su control. Segunda Edición. México: Trillas, 1994.

BETANCOUR, A. Organización y administración: un enfoque de sistemas. Norma. Bogotá. 1985.

BERTALANFFY, L. Teoría General de Sistemas, fundamentos, desarrollos y aplicaciones. Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V. México.1986.

BRÜEL & KJAER. "La medida del sonido". Denmark 1988.

CAPRA, La transición a la era solar. ELPUNTO CRUCIAL. Editorial Estaciones. Buenos Aires. 1992

CAPRA, La trama de la vida, Editorial Anagrama. Barcelona 1998.

CONAMA. Taller de Acústica. Talleres de Entrenamiento para manejo de contaminación ambiental. 1997.

DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE- UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA. Evaluación de la Contaminación por ruido en las localidades de Engativá y Fontibón en Bogotá, D.C. Bogotá: 2001.

HART, R. Conceptos básicos sobre Agroecosistemas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba. Costa Rica. Serie Materiales de Enseñanza No.1. 1985.

----- Marco Conceptual para la investigación con sistemas agrícolas. Acapulco. México. 1979.

MADARRIAGA, R. Teoría General de Sistemas. Una aplicación a la Administración Municipal. ESAP. Santa Fe de Bogotá, D.C. 1987.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL; Resolución 0627 del 7 Abril 2006.

----- . Decreto 948 de 1995.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guía para ruido urbano. 1999.

OCHOA, C. J. Geosistemas de Información del Estado del Arte en los 90 en "Revista Topografía y Cartografía". 1990

REVISTA DINERO. Edición 442 septiembre, 4 semana de 2011.

ROTH, ANDRÉ NOEL. Políticas públicas. Bogotá: Ediciones Aurora. 2004

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE. Resolución No. 6910 19 de Octubre de 2010.

----- Resolución 6918 del 20 de Agosto de 2010.

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE. Mapas de ruido ambiental 2007 – 2008 de las localidades de Engativá, Fontibón, Puente Aranda, Santa Fé y Kennedy.

----- "Actualización de los mapas de ruido de las áreas de influencia aeronáutica del aeropuerto el dorado, correspondientes a las localidades de Engativá y Fontibón y elaboración del mapa de excedencias de ruido relacionado con las operaciones aéreas en dichas localidades"

SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACION. Decreto Distrital No. 190 de 2004.

----- . La población de Bogotá y sus localidades. Boletín febrero 2009

----- . Mapa de Estratificación (decreto 544 de 2009)

----- . Mapa de norma de uso 2013

SPEEDING, C.R.W. The biology of agricultural systems. London. Academic press INC. 1975.

----- . The Study on agricultural systems. In G. E. Dalton De. The study of Agricultural Systems. London. Applied Science Publ. Ltd. 1975.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ACUSTICA. El ruido en la ciudad, gestión y control.1990.

STANFORD. Sistemas de producción.1968.

VAN GUICH. Teoría general de sistemas. Trillas. México. 1989.

VAZQUEZ, F. "La seguridad en el trabajo de oficina". Madrid, I.N.S.E.H.T., 1988

VIDART, D. De los sistemas de la filosofía, a la filosofía de los sistemas. Revista Ciencia, Tecnología y Desarrollo. Columbia. 1980.

VON BERTANLANFFY, L. La Teoría General de Sistemas: una revisión crítica. In G. Campero y H. Vidal Comp. Editorial Universitaria Centroamericana, 1977.

ANEXO 1. MAPAS