INFORME TÉCNICO DE RUIDO AMBIENTAL

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Asunto:

Evaluación de ruido ambiental, en la zona rosa y parque principal y otros sitios de interés del municipio de Marinilla Antioquia.

1.2 Auto y/o radicado con fecha: 112-1345-2014

1.3 Municipio, código municipal, corregimiento, vereda, paraje y/o nombre del predio y sector:

Municipio de Marinilla, código (05440), zona urbana

Coordenadas: **X:** 860,834.14 **Y:** 1,174,627.61 **Z:** 2.200

1.4 Nombre de la subcuenca y código: Quebrada La Marinilla, 23080116145.

1.5 Interesado:

- Administración municipal del Municipio de Marinilla
- Residentes y comerciantes del área en estudio.
- Cornare (Subdirección de Recursos Naturales).

1.6 Dependencia: Subdirección de Recursos Naturales.

1.7 Expediente: 054401319047

1.8 Fecha de la medición: Julio 16 a Octubre 22 de 2014

1.9 Nombre de las personas y/o entidades que asisten a la visita:

Diego Gómez, Dairon Acosta, María Elvia Giraldo, Juan Fernando Zapata y Jeiser Rendón funcionarios de Cornare.

1.10 Dirección y teléfono del interesado:

- Alcaldía de Marinilla, Calle 30 # 30-13 Marinilla (Ant.)Tel: 5484410.
- Corporación autónoma Regional (Cornare), Autopista Medellín –Bogotá Carrera 59 # 44-48, Kilometro 54, El Santuario (Ant.) Tel: 5201170

2. ANTECEDENTES

En el municipio de Marinilla se vienen presentando quejas de la población debido a los elevados niveles de ruido en horario nocturno, que presenta el sector conocido como la zona rosa y alrededores del parque principal, en cuya

área se encuentran una considerable cantidad de establecimientos abiertos al público con sistemas de sonido de alta potencia.

3. OBJETO

Evaluar los niveles de ruido ambiental presentes en la zona rosa, parque principal y otros sitios de interés del municipio de Marinilla, para de esta forma posibilitar la adopción de medidas preventivas y correctivas tendientes a la disminución de la contaminación por ruido.

4. MARCO TEORICO

Este capítulo presenta algunos conceptos que se deben conocer para el buen entendimiento de los resultados obtenidos y las conclusiones y recomendaciones a las que se llegaron en este informe.

4.1 Mapa de ruido.

Un mapa de ruido es una representación cartográfica de las condiciones acústicas presentes en un entorno geográfico, este está básicamente conformado por unos contornos coloreados llamadas curvas isoruido, que en función de un cuadro de leyendas, representa diferentes niveles de ruido, como se puede apreciar en el siguiente ejemplo.

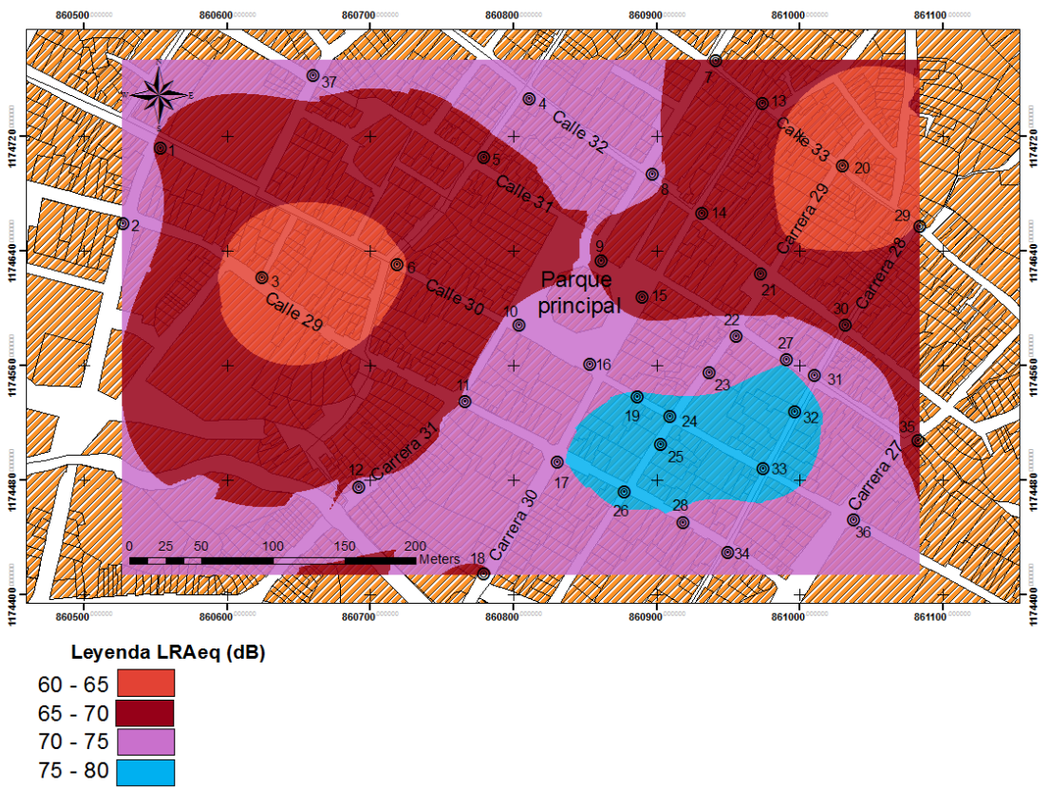


Figura 1. Mapa de ruido.

Existen varias metodologías para la realización de mapas de ruido siendo comúnmente utilizadas; metodologías experimentales para medición de eventos acústicos en los cuales se presenta una condición especial, como es el ruido generado por actividades de esparcimiento y diversión.

Y metodologías basadas en modelos matemáticos, utilizadas en entornos en los cuales se presenten condiciones predecibles, que pueden ser simuladas por un software y validadas por mediciones *in situ*, metodología muy utilizada en la realización de mapas de ruido en los cuales se involucren ruido automotor, aeronáutico y ferroviario.

La finalidad de un mapa de ruido no debe ser otra que la de dar a conocer los problemas generados en una comunidad por la contaminación acústica y de esta manera poder implementar medidas correctivo-preventivas, que ayuden a disminuir los niveles del ruido en dichos entornos.

4.2 Control de ruido.

El control del ruido en su forma más básica trata de implementar una serie de medidas que eviten al paso del sonido de un lugar a otro, puesto que el sonido requiere de una materia para viajar, le resulta fácil transmitirse a través del aire en donde las partículas están más bien dispersas, pero mientras más unidas estén dichas partículas en la materia más trabajo tendrá que realizar la onda sonora generada para pasar de un lugar a otro.

Es aquí donde juega un papel importante la dureza de los materiales, los cuales poseen una característica conocida como *coeficiente de transmisión*, esta magnitud da indicios de la cantidad de aislamiento acústico que puede tener un material ante las distintas frecuencias que impacten contra su superficie, e igualmente importante es la frecuencia de resonancia, una propiedad que poseen los elementos para resonar y pueden más que servir como aislante acústico, servir como replicador acústico.

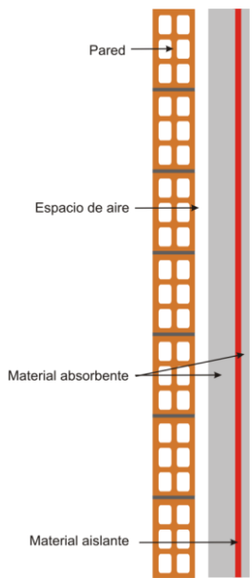


Figura 2. Aislamiento acústico en pared.

Para implementar un control de ruido es importante entender que esta se puede desarrollar en la fuente, en el medio o en el receptor. Cabe aclarar que el control de ruido debe tratar de implementarse prioritariamente en la fuente antes que en el medio o en él receptor, para controles en la fuente se debe estudiar a fondo cual es la naturaleza del ruido e intervenirlo por medio de elementos como limitadores, silenciadores, montajes anti vibratorios, aislamientos y cerramientos herméticos en aberturas.

El control de ruido en el medio se suele implementar por medio de pantallas acústicas que impidan por medio del material en el que están construidas, su ubicación y sus dimensiones, el paso del sonido directo entre fuente y receptor.

Figura 3. Pantalla acústica en vía de automotores.

En el receptor el sonido suele controlarse con implementos de protección personal ubicados en los oídos, estos pueden presentarse como tapones que se ubican dentro del oído o como protectores externos ubicados en el pabellón auditivo.

4.3 Psicoacústica.

La psicoacústica es la rama de la acústica que se encarga de dar a entender la forma en la que el oído humano percibe los sonidos, puesto que a diferencia de otros sentidos, la percepción auditiva es un poco distinta a la realidad.

Una de las características más peculiares del oído humano es que si bien ellos captan información sonora en un rango de frecuencias que está entre los 20Hz y 20000Hz aproximadamente, no lo hacen de forma plana para todo este espectro, las frecuencias graves (<125Hz) son frecuencias menos percibidas por nuestros oídos mientras frecuencias comprendidas entre los 2000 Hz y 6000 Hz, son escuchadas con mayor facilidad, esto debido principalmente a el diámetro del conducto auditivo, en el cual la longitud de onda de las

frecuencias antes mencionadas tienen una penetración directa hacia el tímpano.

Estudios realizados en 1930 por Munson y Fletcher condujeron a gráficas, en donde se pueden apreciar la cantidad de presión sonora requerida para percibir todas las frecuencias a un mismo nivel. A estas curvas las llamaron curvas de ponderación de ellas las más utilizadas son la A, B y C que se pueden apreciar junto con las curvas isofónicas en la siguiente gráfica, estas curvas tratan de asemejar la forma en la que escucha nuestro oído para de cierta forma hacer plana la medición de ruido en función de nuestra percepción.

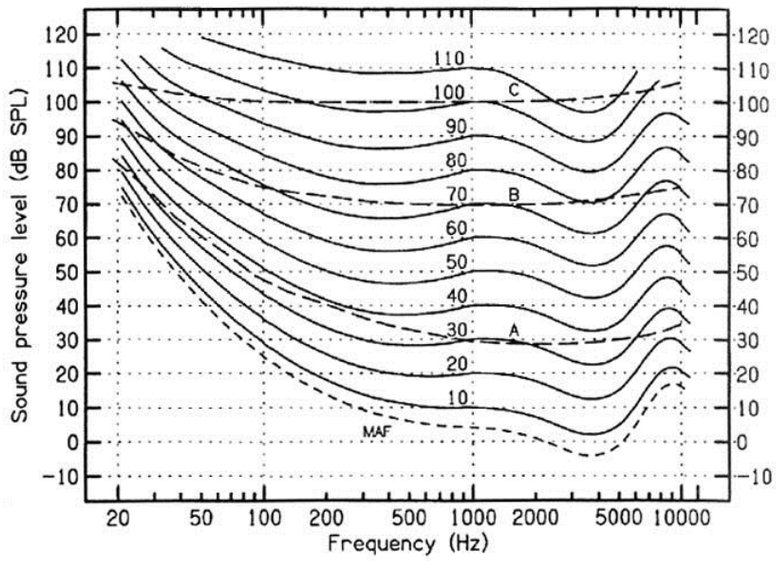


Figura 4. Curvas isofónicas y curvas de ponderación A, B y C.

Otra característica igualmente relevante del sistema auditivo es el rango de amplitud acústica que puede percibir. El rango de audición relacionado con la amplitud de las ondas sonoras, está comprendido entre los 0-130 dB, sin embargo esta unidad de medida llamada decibel (dB) está ajustada a una escala logarítmica que expresa cantidades que se incrementan logarítmicamente. Es decir mientras entre 0 y 15 dB (15 dB) existe una diferencia de presiones de 100 uPa, entre 115 y 130 dB (los mismos 15 dB) puede haber una diferencia de 90.000.000 uPa. Este simple ejemplo da a entender que a medida que la amplitud del sonido sea más alta, más riesgosa va a resultar las variaciones de presión por mínimas que esta sea.

Dependiendo del nivel de presión acústica SPL (Sound Presion Level) al que el sistema auditivo se vea expuestos, se pueden generar algunas consecuencias; existe entonces un nivel pico al que el oído puede estar sometidos antes de ocasionar un daño irreversible, por ello es que los 130 dB se conoce como el umbral del dolor, sonidos iguales o por encima de este nivel causaran daño irreversible en nuestro sistema auditivo.

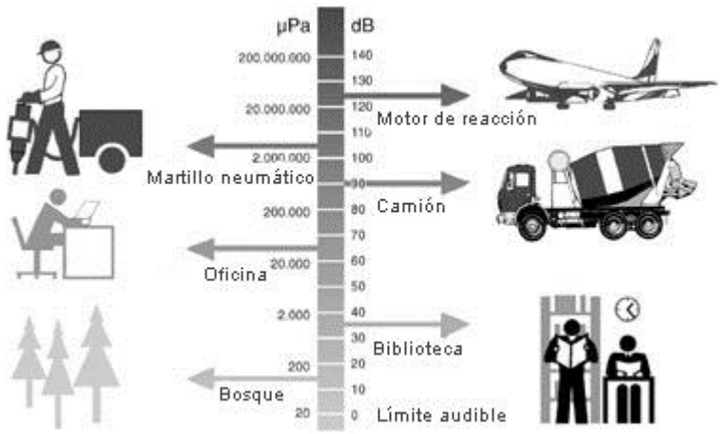


Figura 5. Rango auditivo de niveles de presión sonora.

Otros niveles también pueden ser perniciosos para la salud auditiva, pero estos estarán directamente relacionados con el tiempo de exposición, osea, podemos tener enfermedades o lesiones auditivas a niveles muy altos, pero también a niveles no tan altos a los cuales se esté expuesto durante largos o medianos periodos de tiempo frecuentemente. En la siguiente gráfica se puede apreciar cómo puede llegar a ocasionar una pérdida de la audición si el oído se ve expuesto a 90 dB durante 8 horas diariamente.

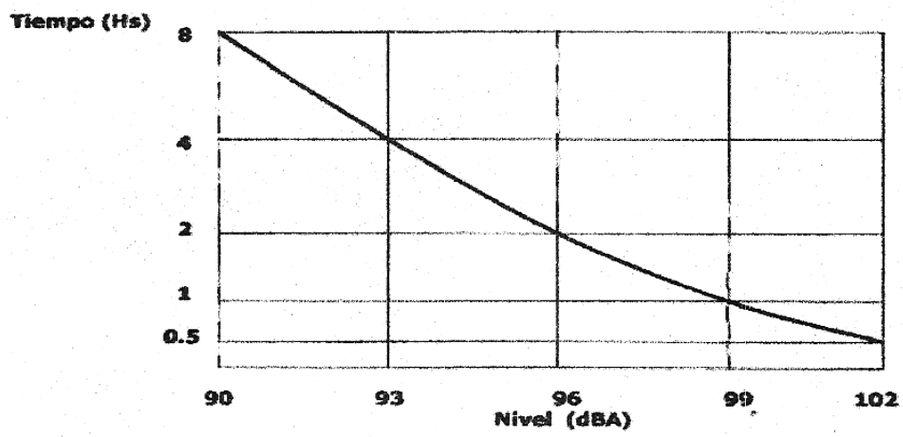


Figura 6. Niveles máximos de exposición al ruido por día.

Es importante también tener en cuenta el funcionamiento del oído medio como protector del sistema auditivo, puesto que en este sector del oído humano se encuentras dos músculos que modifican la percepción que tiene un receptor ante los niveles de presión sonora a los que se ve expuesto, por ello cuando una persona es sometida a ambientes muy ruidoso, como el caso de una discoteca, los músculos *tensor timpánico* y *estapedio,* se contraen para evitar un daño en el sistema auditivo. Por el contrario cuando un receptor esta relajado y en espacios predispuestos al descanso y la relajación, como lo es un hogar, estos dos músculos están relajados y son muchos más propensos a percibir cualquier cambio de nivel de presión por pequeño que este sea.

4.4 Definiciones.

- **Sonido:** Propagación mecánica en forma de ondas que se da sobre la materia y que es generada por una fuente en vibración.

- **Acústica**: Rama de la ciencia que se encarga del estudio del sonido más allá de su espectro audible y la interacción que este tiene con distintos elementos.

- **Ruido:** Cualitativamente lo podemos definir como un sonido que es molesto para un receptor y que incluso puede ser pernicioso para su salud.

- **Frecuencia:** Magnitud física que cuantifica el número de oscilaciones por segundo de una onda.

- **Hertz (Hz)**: Unidad de medida para la frecuencia.

- **Amplitud:** Máximo desplazamiento generado por una onda desde su punto de equilibrio.

- **Decibel (dB)**: Unidad de medida para la amplitud.

- **Longitud de onda:** Distancia total recorrida por una onda durante una oscilación.

- **Timbre:** Conjunto de armónicos superiores que dan una característica particular a una onda sonora.

- **Rango audible:** Cantidad de dB que puede llegar a percibir el oído humano (0-130 dB).

- **Espectro frecuencial**: Cantidad de Hz que puede llegar a percibir el oído humano (20-20000 Hz).

- **Bandas de octava:** División fecuencial mediante estándares internacionales del espectro audible percibido por el ser humano.

- **Sonómetro**: Equipo de medida utilizado para la captación y análisis de ondas sonoras.

- ***Nivel continúo equivalente (Leq)***: Es un nivel sonoro supuesto que representa el promedio de un sonido en un determinado periodo de tiempo.

- ***Componente Impulsivo***: Es un descriptor acústico que nos indica la presencia de ruido impulsivo, este se presenta cuando existen intervalos cortos de tiempo con alto contenido energético acústico.

- ***Componente tonal***: Se presenta cuando una determinada frecuencia, es predominante, en el total del espectro sonoro existente.

- ***Corrección acústica (R)****:* Son una serie de penalizaciones que se aplican a los niveles continuos equivalentes, cuando estos presentan componentes tonales, impulsivos o de tipo de fuente.

- **Nivel máximo (Lmax):** Es el máximo nivel de presión sonora encontrado en el total del tiempo que conlleva una medición acústica.

- **Nivel mínimo (Lmin):** Es el mínimo nivel de presión sonora encontrado en el total del tiempo que conlleva una medición acústica.

- **Percentil 90:** Es un nivel sonoro que se sobrepasa en el 90% el total del tiempo de medición.

- **Percentil 10:** Es un nivel sonoro que se sobrepasa en el 10% el total del tiempo de medición.

- **Ponderación frecuencial:** Es un tipo de curva que modela el espectro de frecuencias con el fin de acomodarlo a una forma de nivel acústico representativo del oído humano. Las más comunes son la A, C y Z.

- **Ponderación temporal:** Ajusta la velocidad de respuesta del sonómetro frente a las variaciones de presión sonora. Las más comunes son Fast, impulsive y slow.

5. MARCO NORMATIVO

5.1 Resolución 0627 de 2006

Por medio de la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

5.2 ISO 1996-2

Por medio de esta norma internacional se establecen los procedimientos de medición y evaluación del ruido ambiental.

5.3 Resolución 8321 de 1983

Por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruido.

5.4 Ley 99 de 1993.

Por medio de la cual se crea el ministerio de medio ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema nacional ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.

5.5 Decreto 948 de 1995.

Relacionada con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.

5.6 Ley número 232 de 1995.

Por medio de la cual se dictan normas para el funcionamiento de los establecimientos comerciales.

5.7 Ordenanza 18 departamento de Antioquia de 2002.

Por la cual se expide el código de convivencia ciudadana para el departamento de Antioquia.

5.8 Decreto municipal 027 de febrero 25 de 2014

Por medio del cual se modifica el horario de los establecimientos abiertos al público en el municipio de Marinilla.

6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.1 Equipos utilizados

***6.1.1 Sonómetro*:** Sonómetro integrador promediador marca Cesva SC310 Tipo 1, número de serie T237583, con analizador de octava y tercios de octava. Ponderación temporal slow, fast e impulsive, ponderación frecuencial A, C y Z.

Figura 7. Sonómetro Cesva SC310.

***6.1.2 Calibrador*:** Calibrador marca Cesva. Número de serie 900377. Nivel de presión generado 94 dB. Estabilidad de ±0.3dB.

Figura 8. Pistófono Cesva 94dB.

***6.1.3 Estación meteorológica*:** Marca Davis Vantage Pro 2, con sensores de temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, pluviómetro y barómetro.

Figura 9. Estación meteorológica Davis Vantage Pro 2.

***6.1.4 Software de descarga de datos*:** Cesva Capture Studio Versión 9.3.0.

6.2 Metodología implementada

a) Análisis del área de estudio con base a los distintos aspectos tratados en los antecedentes.

b) Recorrido en campo del área de estudio y asignación de puntos.

c) Consecución de recursos y elementos para la realización del muestreo.

d) Establecimiento de horarios y días de medición.

e) Recolección de datos en campo, incluyendo mediciones acústicas e información de planillas de campo.

f) Recopilación de receptores en el área de estudio según el DANE.

g) Recopilación de usos del suelo según PBOT del municipio.

h) Elaboración de los mapas de ruido.

i) Elaboración de informe técnico.

j) Socialización del mapa y el informe técnico en compañía de representantes de la corporación, representantes de la administración municipal, propietarios de establecimientos y residentes del sector.

k) Establecimiento de medidas para los planes de descontaminación por ruido.

6.3 Protocolo de medición

a) Calibración del sonómetro al inicio de cada jornada de medición.

b) Ubicación del sonómetro a una altura de (4.0) metros, y a una distancia de (4.0) metros del límite perimetral de cualquier construcción aledaña al punto de medición, siempre y cuando las condiciones del terreno lo permitieran.

c) Se usó una pantalla antiviento tal como lo estipula la resolución 0627, para evitar datos de medición errados a causa de fuertes ráfagas de viento incidiendo directamente sobre la membrana del micrófono de medición.

d) Toma de datos acústicos por periodo de 30 minutos en sonometría.

e) Toma de datos acústicos por periodo de 30 min en espectro de 1/3 de octava.

f) Toma de datos sobre la planilla de campo.

g) Adicional a la medición se tomaron otros datos dentro de los que se encuentran: Aforo automotor incidente en la medición, flujo de aforo aeronáutico, características acústicas del sector y de la fuente emisora, descripción del terreno, condiciones meteorológicas, hora de medición y registro fotográfico del punto, los cuales quedaron consignados en los anexos de este informe.

6.4 Cálculo de la incertidumbre de la medición.

Para calcular la incertidumbre estándar de la medición se hizo uso de la siguiente ecuación:

$$\sigma_t = \sqrt{1^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$$

6.4.1 Corrección debido a la instrumentación.

Debido a la instrumentación. Puesto que el sonómetro es tipo 1 el valor de la incertidumbre en este ítem es de máximo 1 dB tomando este como valor aproximado.

6.4.2 Debido a las condiciones de funcionamiento (X).

Puesto que en gran porcentaje de las mediciones los automotores aportaron en los niveles de ruido se utilizó la siguiente ecuación:

$$X = \frac{10}{\sqrt{n}}$$

En donde n es el número de automotores.

Cabe aclarar que la incertidumbre se da por punto de medición por lo tanto el número (n) será la sumatoria del flujo automotor en cada punto a lo largo de los distintas muestras tomadas en los distintos horarios.

6.4.3 Incertidumbre debido al clima y al suelo (Y).

Puesto que en el total de los puntos el piso era duro entre la fuente y el sonómetro y el equipo de medición estaba ubicado a menos de 25 mts del suelo la incertidumbre será de Y = 0,5 dB.

6.4.4 Incertidumbre debida al sonido residual (Z).

Esta incertidumbre se calcula por punto de medición teniendo en cuenta que durante los 30 minutos utilizados para la medición de sonometría, se tuvieron varios niveles LAeq en distintos periodos que podrían representar perfectamente para este caso tres mediciones.

De esta manera valiéndonos de la información entregada por el software Cesva Capture Studio durante tres periodos comprendidos en los rangos 0-10 minutos, 10-20 minutos y 20-30 minutos, se calcula la incertidumbre debida al sonido residual.

Lo primero que debemos tener en cuenta es que si la diferencia entre el LAeq y el percentil L90 está por encima de 3 dB, se calcula la incertidumbre en caso contrario no se calculará puesto que se entiende que la incertidumbre es despreciable.

Hallamos el Leqemisión para cada punto de medición mediante la siguiente ecuación:

$$Leq_{emisión}\left(10^{\frac{LAeq}{10}} - 10^{\frac{L90}{10}}\right)$$

Posteriormente se encuentra la desviación estándar para los niveles LAeq y Leqemisión y con estos valores hallamos la incertidumbre del nivel sonoro residual Zr(dB). Para ello utilizamos la siguiente ecuación:

$$Zr = \frac{\sqrt{\sigma_s{}^2 - \sigma_o^2}}{2}$$

Una vez conocido este valor se procede a hallar la sensibilidad residual en cada punto mediante la siguiente ecuación.

$$C = \frac{10^{\frac{L90}{10}}}{10^{\frac{LAeq}{10}} - 10^{\frac{L90}{10}}}$$

Posteriormente se calcula el promedio de cada jornada de medición, y se multiplican los parámetros.

Zr.C= Z

Este sería el último parámetro necesario para hallar la incertidumbre total y aplicar la ecuación planteada en el principio.

7. RESULTADOS

7.1 Indicadores previos.

Los horarios designados para el siguiente estudio se tomaron durante horarios pico y valle nocturno y diurno en semana y en fin de semana, específicamente lunes, miércoles, viernes, sábados y algunos domingos seguidos de lunes festivo.

Las condiciones acústicas presentes en esta zona se analizan, con el fin de resolver quejas que desde algún tiempo vienen presentando los residentes del sector, quienes manifiestan tener problemas con el alto ruido emitido por los

establecimientos comerciales que funcionan en inmediaciones de sus residencias. Además se pretende conocer algunos datos acústicos del paisaje sonoro que se tienen en el municipio de Marinilla.

Este estudio se desarrolló entre los meses de Julio, agosto, septiembre y octubre de 2014. Dentro de los intervalos de tiempo de medición a los que se ve expuesto el sector se tiene un periodo que se hace necesario estudiar cuatro (4) horas diurnas comprendidas entre las 17:00 y las 21:00 horas y cuatro (4) horas nocturnas comprendidas entre las 21:01 y las 01:00 horas, contemplando así el horario de funcionamiento de los establecimientos comerciales, según lo establece el decreto municipal 027 de febrero 25 de 2014.

Dado que el mapa de ruido y el estudio sonoro, como ya se explicó, se ven influenciados por el ruido causado por los establecimientos comerciales (Bares, tabernas, discotecas y cualquier otro tipo de emisor de ruido dentro de estos horarios), se contemplan estos establecimientos y la periferia aledaña. Esta zona se encuentra delimitada aproximadamente por las siguientes coordenadas.

Sector	Sistema de coordenadas: Magna Colombia Bogotá	
	x	y
Norte	860,933.52	1,174,768.53
Oeste	860,540.42	1,174,724.40
Este	861,075.71	1,174,500.97
Sur	860,768.64	1,174,420.92

Tabla 01. Límites del área de estudio.

Aunque la norma establece una grilla de máximo doscientos cincuenta (250) metros para áreas con grandes aglomeraciones de personas y/o de fuentes de ruido, se considera apropiado utilizar una asignación de puntos en función de las características del terreno y de la distribución de establecimientos comerciales con actividades nocturnas. Por lo tanto para una representación adecuada de las condiciones de ruido ambiental se derivan los siguientes treinta y siete (37) puntos de medición.

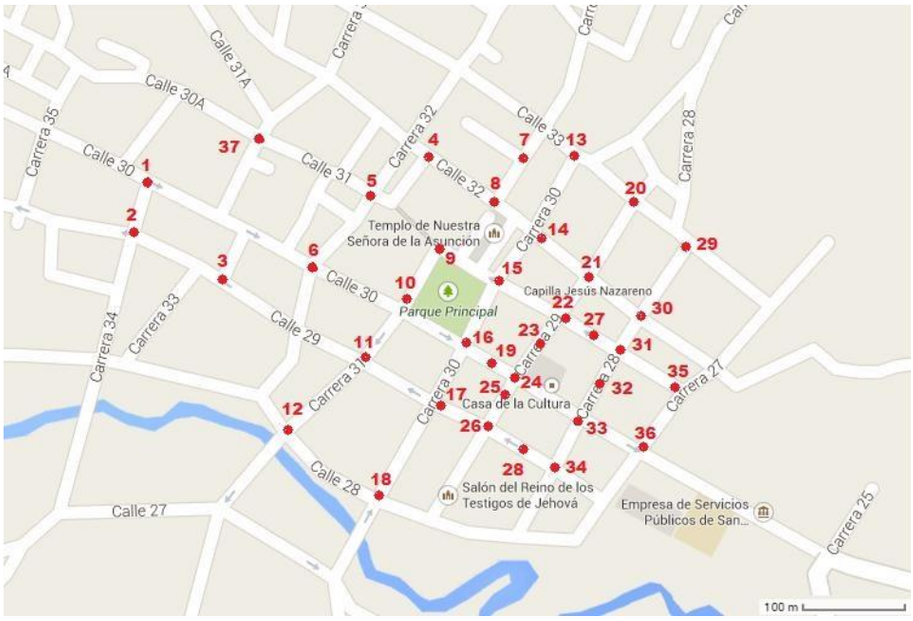


Figura 10. Puntos de medición Marinilla.

Los anteriores puntos se ubican y relacionan de acuerdo al mapa anterior en la siguiente tabla.

Punto	Ubicación	Sistema de coordenadas: Magna Colombia Bogotá	
		x	y
01	C30 K34	860,538.59	1,174,724.06
02	C29 K34	860,521.87	1,174,670.29
03	C28 K32B	860,619.84	1,174,641.62
04	C32 K32	860,830.13	1,174,746.76
05	C32 K31	860,769.20	1,174,708.53
06	C30 K32	860,719.01	1,174,639.23
07	C33 K31	860,943.64	1,174,782.60
08	C32 K31	860,899.43	1,174,713.30
09	C31 K31	860,862.39	1,174,652.37
10	C30 K31	860,800.26	1,174,604.58
11	C29 K31	860,768.00	1,174,552.00
12	C28 K31	860,684.36	1,174,494.65
13	C33 K30	860,966.34	1,174,761.10
14	C32 K30	860,931.69	1,174,683.43
15	C31 K30	860,886.29	1,174,617.72
16	C30 K30	860,849.25	1,174,569.93
17	C29 K30	860,825.35	1,174,499.43
18	C28 K30	860,770.39	1,174,427.74
19	C30 entre K30 y 29	860,880.31	1,174,553.20
20	C33 K29	861,033.25	1,174,714.50
21	C32 K29	860,960.37	1,174,635.64
22	C31 K29	860,948.42	1,174,590.24
23	Entre C31 y 30 con K29	860,930.50	1,174,566.34
24	C30 K29	860,903.02	1,174,540.05
25	Entre C 30y 31 con K29	860,900.63	1,174,512.57
26	C29 K29	860,869.56	1,174,482.70
27	C31 entre K28 y29	860,986.65	1,174,581.87
28	C29 entre K28 y 29	860,910.19	1,174,463.59
29	C33 K28	861,081.05	1,174,673.88
30	C32 y K28	861,027.28	1,174,606.97
31	C31 y K28	861,003.38	1,174,573.51
32	Entre C30 y 31 con K28	860,986.65	1,174,537.67
33	C30 K28	860,966.34	1,174,500.63
34	C29 y K28	860,947.23	1,174,440.88
35	C31 K27	861,106.14	1,174,543,64
36	C30 K27	861,038.03	1,174,467.17
37	C31 K33	860,654.49	1,174,781.41

Tabla 02. Puntos de medición.

7.2 Indicadores acústicos

En archivo digital anexo a este informe se encuentran un archivo de Excel titulado *"Planillas de campo"* con información detallada por punto de medición, en la que se describen**:** Punto de medición, responsables, hora y fecha, condiciones meteorológicas, ubicación, aforo automotor y aéreo, observaciones acústicas y observaciones del terreno.

También se adjunta un archivo titulado "I*ndicadores acústicos"* en el que se encuentran Información acústica por punto de medición como : Espectro de frecuencia en 1/3 de octava, la corrección realizada en cada punto en donde se especifica el tipo de percepción y la frecuencia de corrección en caso de que sea tonal, además se tienen los indicadores acústicos expresados en decibeles (dB) entre los que se encuentran: Nivel continuo equivalente en ponderación frecuencial A (LAeq), Nivel continuo equivalente en ponderación frecuencial A y corregido (LRAeq), Nivel continuo equivalente en ponderación frecuencial A y temporal Impulsive (LAeqI), Nivel máximo (Lmax), Nivel mínimo (Lmin), Percentil diez (L10), Percentil noventa (L90), Diferencia entre el nivel continuo equivalente en ponderación frecuencial A y C, Nivel continuo equivalente en ponderación frecuencial C (LCeq), los Estándares Máximos Permitidos de ruido ambiental (EMPRA) según la resolución 0627 para el lugar en el que se ubica el punto y por último se aclara si supera el punto los EMPRA.

7.3 Comparación con los usos del suelo

Dentro de los usos del suelo encontrados en el área de estudio se tiene usos residenciales (R), (R:1) Viviendas particulares independientes, (R.2) Conjuntos y unidades residenciales, (R.3) Condominios, junto con usos comerciales. E igualmente usos comerciales (C), (C.1) Comercio minorista básico de índole cotidiano, (C.2) Comercio minorista medio, uso frecuente, (C.3) Comercio minorista suntuario, (C.4) Comercio industrial liviano, (C.11) Comercio estacionario, (C.S.) Comercio de supermercados, (C.C.) Pasajes comerciales (C.A.D) Comercio de almacenes por departamentos, (C.M.V) Centrales mayoristas de víveres, (C.M.E) Centrales mayoristas de exposición. (I.5) Industria artesanal.

Puesto que en cercanías de la mayoría de establecimientos comerciales se encuentran residencias y en atención al Parágrafo primero de la resolución 0627 de 2006, se compararon gran parte de los niveles de ruido con usos permitidos residenciales, sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado, Subsector Zonas residenciales. A excepción de los puntos 12 y 18 ubicados sobre la calle 28 considerada como vía principal. Los puntos ubicados en el marco del parque principal puntos 9, 10, 15 y 16, comparados con niveles de sector C. Ruido intermedio Restringido, Subsector Zonas con usos permitidos comerciales, puesto que no se pudo corroborar la presencia de residencias cercanas. Los puntos 8 y 7 comparados con Sector B. Tranquilidad y silencio, Subsector hogares geriátricos, puesto que en su cercanía funcionaba un centro

geriátrico de reposo. Y los puntos 1, 3 y 36 comparado con Zona B tranquilidad y ruido moderado, Subsector Colegios, Escuelas, por hallarse cerca de instituciones educativas.

7.4 Principales observaciones acústicas durante la medición

- Elevado paso de motos de 2 tiempos, con deficientes silenciadores, y circulando a altas velocidades.
- Pocas calles permitían colocar el sonómetro a 4 metros de cualquier fachada como lo recomienda la resolución 0627, especialmente porque no tenían más de 8 metros de ancho o por que no se podía obstaculizar el paso automotor ya que se alterarían los índices de ruido normalmente presentados.
- Algunos establecimientos manipularon la potencia del sistema de sonido durante las mediciones en su cercanía, como fue el caso del establecimiento comercial “Friends” en donde se disminuyó la potencia del sistema de sonido durante el total de mediciones realizadas.
- Ruido generado por condensadores de sistemas de aire acondicionado ubicados en: “*Mercolanta” C29 K31, Pasaje comercial C32 #29-27, “Campollo” C30 K32*.
- Ruido generado por vehículos con sistema de sonido de alta potencia parqueados en la vía pública. Placa del vehículo (Punto de medición): “*CAT 323” (11NS), “EKS 404” (10NS), “LED 769” (37DS).*
- Ocasionalmente se presentaron ruidos impulsivos debido a petardos (Pólvora) que hacían explosión durante la medición.

7.4 Condiciones climáticas.

A lo largo de todas las mediciones se presentaron las siguientes condiciones climáticas promediadas.

Condiciones atmosféticas promedio			
Presión atmosférica (HPa)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento en (m/s)
1015,4	19,2	67,7	0,1

Tabla 03. Condiciones atmosféricas durante las mediciones.

El flujo del viento estuvo pasando principalmente en sentido este a oeste.

7.5 Población afectada en el área de impacto

Según el documento de proyecciones municipales de población por área para el periodo 2010-2034 de Cornare, la cabecera municipal de Marinilla posee un total de 40083 personas.

El casco urbano tiene aproximadamente 1440000 mts cuadrados, en vista de que el área de estudio tiene aproximadamente 120000 metros cuadrados, la población expuesta a las condiciones de ruido presentes en el sector es de 3340 personas aproximadamente.

7.6 Mapas de ruido.

Adjunto a este informe se entregan 4 mapas de ruido del municipio en formato físico y digital, con la información acústica representada mediante curvas isoruido, (estos mapas se anexan a este informe).

8. CONCLUSIONES

- Del total de 148 mediciones en los 37 puntos durante los distintos horarios, solo 8 mediciones cumplieron con la norma *"Estándares Máximos Permitidos de Ruido Ambiental"* (EMPRA), lo que indica que tan solo un 6% del área estudiada cumple con la norma.

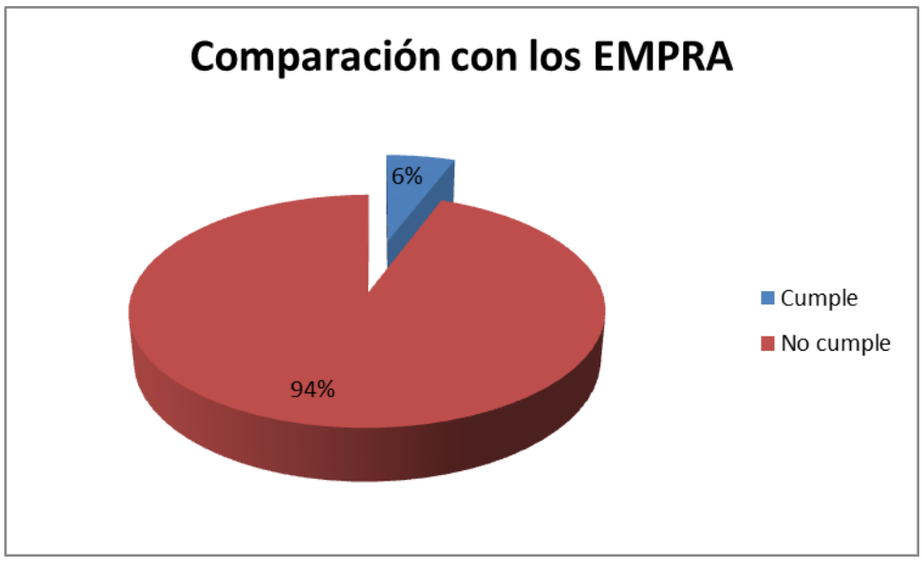


Figura 11. Porcentaje de cumplimiento en comparación con los Estándares Máximos Permitidos de Ruido Ambiental.

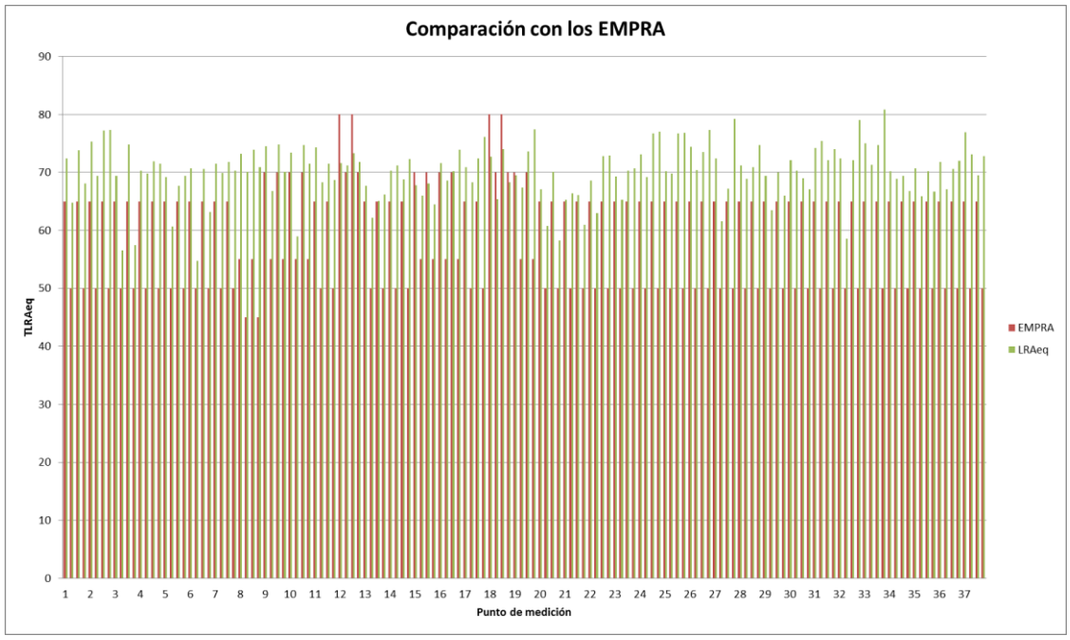


Figura 12. Comparación Estándares Máximos Permitidos de Ruido Ambiental con niveles LRAeq.

- Un 22% de los puntos debieron ser corregidos por tonalidad, (tal como lo contempla la resolución 0627 en su Artículo 6), la principal corrección por tonalidad se dio en la banda de 3150 Hz, los puntos que presentaron corrección fuerte fueron el 33DS y 36DS. Esta frecuencia por las características que posee en cuanto a su longitud de onda es bastante perjudicial para la salud humana e interfieren en los procesos comunicativos de la escucha y emisión de la palabra hablada.

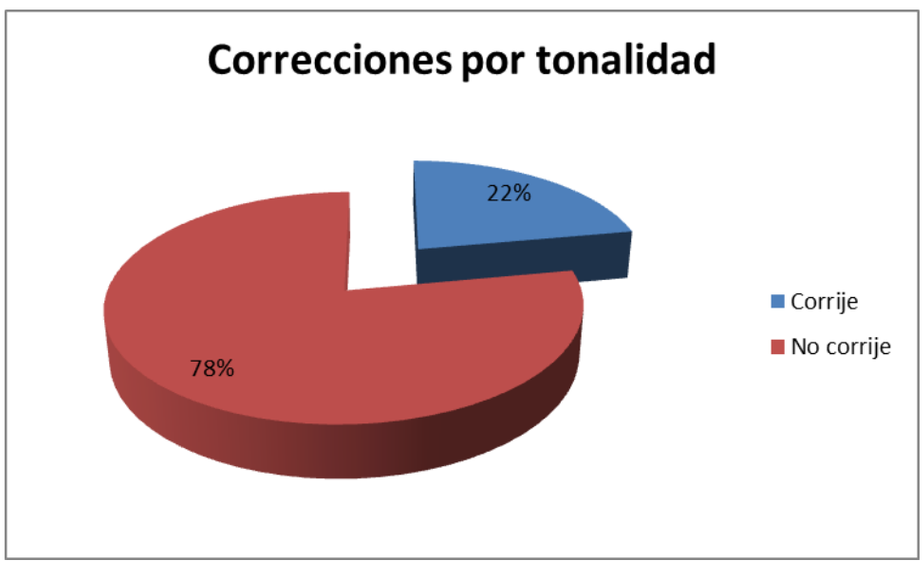


Figura 13. Porcentaje de correcciones por tonalidad.

- Un 42% de los puntos debieron ser corregidos por impulsividad, (tal como lo contempla la resolución 0627 en su Artículo 6), los puntos con corrección

fuerte fueron 13NF, 27NS, 30DS. Este alto porcentaje de corrección por impulsividad es probable que se deba al paso de motos a altas velocidades.

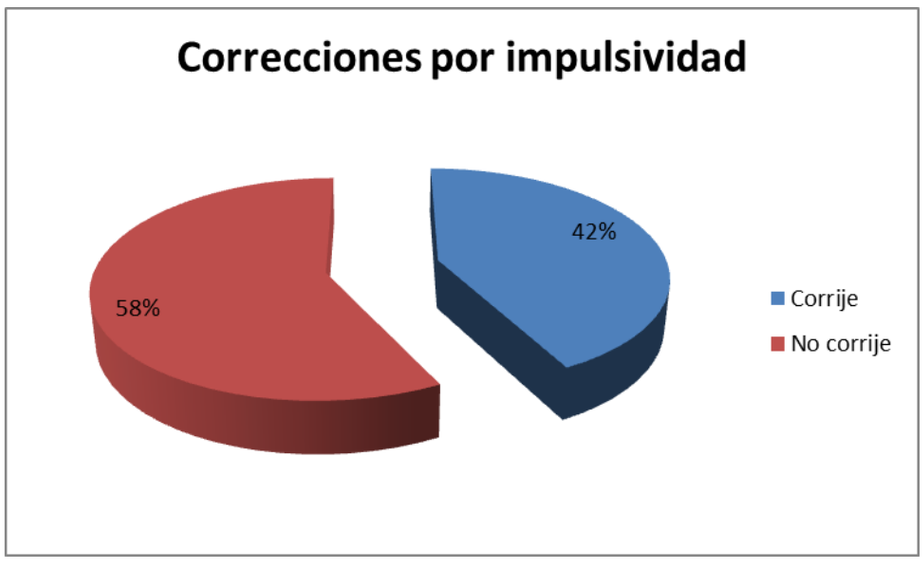


Figura 14. Porcentaje de correcciones por impulsividad.

- La principal mancha de ruido mostrada en los mapas se dio en horario nocturno de fin de semana involucrando los puntos 17, 19, 24, 25, 26, 27, 32 y 33, los principales aportantes de ruido para estos puntos en este horario fueron los establecimientos comerciales: "*Video disco licor blue", "Taberna la esquina del vallenato", "Company Café Bar", "La vaca en la torre", "Bar Borado", "MR Coffe", "Fabrik", "Friends", "Incognita Bar", "La Escena", "Disco Bar Cocoloco", "Hipnotiq Shots & Cocktail", "La Sacristía", "Linckon", "Weppa" y "El Balcón de la salsa".*

- El nivel continuo equivalente más elevado dentro de los niveles de ruido encontrado con 80,8 dB se dio en el punto 33NF, ubicado en la C30 K28 en horario nocturno de fin de semana, grandes aportantes de ruido en este punto fueron los establecimientos comerciales, *"Hipnotiq Shots & Cocktail", "La Sacristía", "Linckon", "Weppa" y "El Balcón de la salsa".*

- El máximo nivel de presión sonora se dio en el punto 2NF ubicado en C29 K34 con 101,1 dB, el principal aporte en este punto lo reporto el establecimiento comercial *"Sorbitos bar".*

- Del total de 148 mediciones realizadas solo 9 puntos presentaron una diferencia de más de 10 dB entre el LCeq y el LAeq, lo que indica poco contenido en bajas frecuencias.

- Los automotores fueron grandes aportantes a los niveles de ruido hallados, especialmente en horario diurno, siendo el paso de motos el más alto con un 55% del total de automotores aforados.

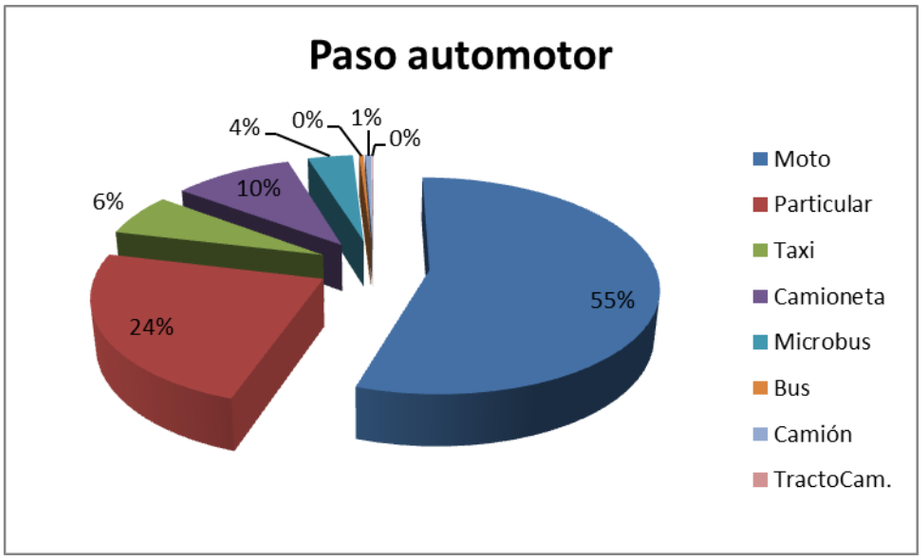


Figura 15. Porcentaje de paso automotor en el total de las mediciones.

- las motocicletas debido a las altas velocidades a las que se desplazaban y a los altos niveles de ruido producido, definitivamente fueron el principal aporte en los altos niveles de ruido presentes en horario diurno.
- Se pudo apreciar una gran cantidad de motos de 2 tiempos haciendo parte del parque automotor del municipio.
- En total se presentaron 352 pasos de aeronaves. El aforo aeronáutico estuvo sesgado a la intensidad sonora presente en el sector, puesto que en lugares muy ruidosos era imposible percatarse del paso de aeronaves.

Figura 16. Porcentaje de paso aeronáutico en el total de las mediciones.

- Las aeronaves aportaron poco en los niveles de ruido en comparación con el paso automotor.

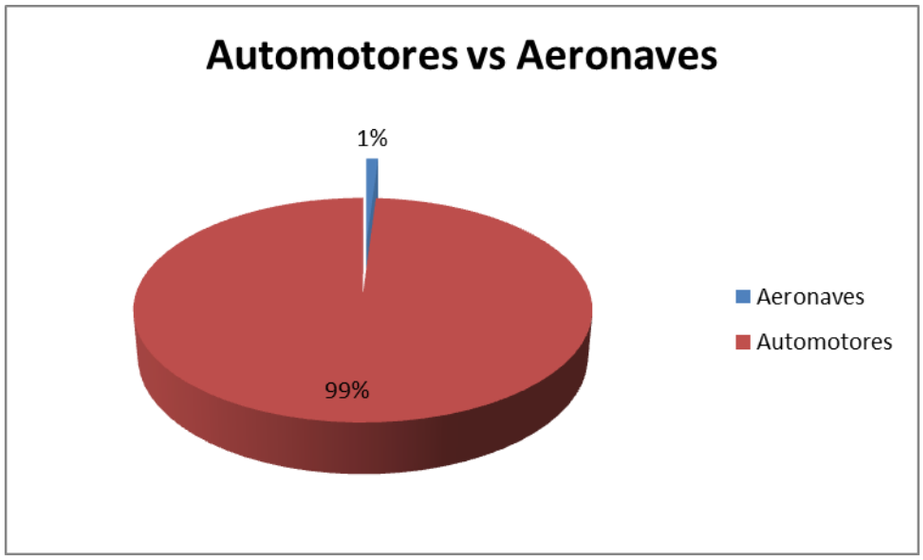


Figura 17. Porcentaje de paso aeronáutico en comparación con el automotor del total de mediciones.

- La naturaleza del ruido predominante a lo largo de toda la medición fue continuo.

9. RECOMENDACIONES

9.1 Para la administración municipal

- Generar espacios de dialogo entre comunidad afectada y administradores de los establecimientos comerciales aportantes de ruido, para mirar soluciones concertadas a la problemática existente.
- Implementar jornadas educacionales de sensibilización que inviten a la comunidad a disfrutar actividades de esparcimiento y diversión con moderados niveles de música.
- Realizar control sobre la potencia de los sistemas de sonido.
- Implementar jornadas educacionales de sensibilización que inviten a los motociclistas a desplazarse a velocidades moderadas por vías céntricas del municipio.
- Fijar límites de velocidad en dichas vías.
- Realizar control sobre las velocidades de desplazamiento de las motocicletas.
- Realizar control sobre el sentido de desplazamiento de las motocicletas.

9.2 Para los administradores de establecimientos comerciales

- Distribuir la potencia acústica al interior del establecimiento en varios altavoces con poca potencia, no en pocos de mucha potencia.
- Implementar aislamientos acústicos en función de la potencia acústica generada por el sistema de sonido.
- Utilizar ingresos sellados acústicamente en todas las aberturas especialmente en la parte frontal.
- No utilizar andenes, patios frontales ni antejardines para ubicar sistemas de sonido de mediana o alta potencia.
- Ubicar los altavoces en el interior del establecimiento y direccionarlos hacia la parte interna.

9.3 Para Cornare

- Remitir copia de este informe a la Administración Municipal de Marinilla para que de acuerdo a su competencia haga efectivas las recomendaciones plasmadas en este estudio.

10. BIBLIOGRAFIA

- Resolución 0627 de 2006. Por la cual, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, establece la norma de emisión de ruido y ruido ambiental en la república de Colombia.
- ISO 1996-2 2007, Acoustic Description, measurement and assessment of environmental noise, Part 2, Determination of environmental noise levels.
- Acoustic and Pshycoacoustic, David Howard and Jamie Angus, Focal Press, 2006.
- The Master Handbook of Acoustic, F. Alton Everest, McGraw-hill, 2001.
- Springer Handbook of Acoustic, Thomas D. Rossing, Springer, 2007.
- Environmetal Noise Barriers: A guide to their acoustic and visual design, Kotzen Benz, Spon Press, 2009.
- Noise Control Manual for Residential Buildings, McGraw-Hill, 1997.
- Informe. Actualización del Mapa de Ruido de la Zona Urbana del Municipio de Medellín, FULECOL, Área Metropolitana Valle de Aburra, 2011.

INFORME TÉCNICO DE RUIDO AMBIENTAL

Firmas de los funcionarios vinculados a este informe

_____

DAIRON ACOSTA MALDONADO

Grupo Recurso Aire

_____

JEISER RENDÓN GIRALDO

Grupo Recurso Aire

_____

AURA ELENA GÓMEZ GUTIÉRREZ

Coordinadora Grupo Recurso Aire

_____

JAVIER PARRA BEDOYA

Subdirector General de Recursos Naturales

11. ANEXOS

11.1 Anexo 1. Certificado de calibración del sonómetro

11.2 Anexo 2. Certificado de calibración del pistófono

11.3 Anexo 3. Tabla 1 de la Resolución 0627 de 2006

11.4 Anexo 4. Mapas de ruido

11.5 Anexo 5. Indicadores acústicos por punto de medición

11.6 Anexo 6. Planillas de campo

11.7 Anexo 7. Archivos GIS

11.8 Anexo 8. Informe PDF

11.1 Anexo 1. Certificado de calibración del sonómetro

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: **C13/00025**

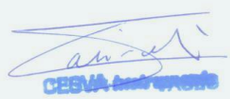
CESVA *instruments, s.l.u.*
Laboratorio de Metrología

Maracaibo, 6
08030 BARCELONA
Teléfono 934 335 240 / Fax 933 479 310

INSTRUMENTO:	**SONÓMETRO INTEGRADOR-PROMEDIADOR**
MARCA:	**CESVA**
MODELO:	**SC310**
NÚMERO DE SERIE:	**T237583**
PREAMPLIFICADOR:	**PA-13, número de serie 499**
MICRÓFONO:	**C-130, número de serie 12286**
TIPO:	**1**
PETICIONARIO:	**ACÚSTICA INTEGRADA LTDA. Calle 19, nº2-39 Cali COLOMBIA**
FECHA DE LA CALIBRACIÓN:	**2013-07-24**
RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:	**Dentro de especificaciones en los valores medidos**

JEFE DEL LABORATORIO

Fecha de emisión: 2013-12-04



Xavier Solà Gimeno

Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de CESVA *instruments, s.l.u.*
Los resultados contenidos en este certificado sólo son válidos para el instrumento probado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

11.2 Anexo 2. Certificado de calibración del pistófono

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

NÚMERO: **13/00888**

CESVA *instruments, s.l.u.*
Laboratorio de metrología

Maracaibo, 6
08030 BARCELONA
ESPAÑA
Teléfono 934 335 240 / Fax 933 479 310

La verificación se ha efectuado siguiendo el procedimiento P028 (Revisión 00) , basado en la norma IEC942:1988.

INSTRUMENTO:	**Calibrador sonoro**
MARCA:	**CESVA**
MODELO:	**CB006**
NÚMERO DE SERIE:	**0900377**
TIPO:	**1**
FECHA DE VERIFICACIÓN:	**2013-12-03**
FECHA DE EMISIÓN:	**2013-12-04**
RESULTADO DE LA VERIFICACIÓN:	**Dentro de especificaciones en los valores medidos**

SUBJEFE DEL LABORATORIO

CESVA Instruments

Rubén Gutiérrez Bajo

11.3 Anexo 3. Tabla 1de la Resolución 0627 de 2006, Estándares máximos permisibles de emisión de ruido

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	50
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruído Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	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	60
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruído Moderado	Residencial suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		