INFORME TÉCNICO DE RUIDO AMBIENTAL

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Asunto:

Evaluación de ruido ambiental, en el área urbana del municipio de San Rafael Antioquia.

1.2 Auto y/o radicado con fecha: 112-2222 del 17 de julio de 2014.

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

Municipio de San Rafael, código (05667), zona urbana

Coordenadas: **X:** 894.808 **Y:** 1´188.019, **X:** 894.697 **Y:** 1´187.908,

X: 894.703 **Y:** 1´188.019, **X:** 894.812 **Y:** 1´187.908.

Nombre de la subcuenca y código: Río Bizcocho - Cod: 23080441003.

1.4 Interesado:

- Administración municipal del Municipio de San Rafael
- Residentes y comerciantes del casco urbano de San Rafael
- Cornare (Subdirección de Recursos Naturales).

1.5 Dependencia: Subdirección de Recursos Naturales.

1.6 Expediente: 05667.13.19486

1.7 Fecha de la medición: Agosto 01 al 03 de 2014.

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

Luis Dairon Acosta y Lina María Cardona, funcionarios de Cornare.

1.9 Dirección y teléfono del interesado:

- Alcaldía de San Rafael Carrera 30 #30-41 Tel: (574) 8586927.
- Corporación autónoma Regional (Cornare), Autopista Medellín –Bogotá Carrera 59 # 44-48, Kilometro 54, El Santuario (Ant.) Tel: 5201170

2. ANTECEDENTES

En el municipio de San Rafael se vienen presentando quejas de la población debido a los elevados niveles de ruido en horario nocturno en sitios cercanos al parque principal calles 21, 20 y 19 con carreras 22, 21 y 20, en cuya área se

encuentran algunos establecimientos abiertos al público con sistemas de sonido de alta potencia.

CORNARE como responsable sobre el uso de los recursos naturales, la preservación de la salud humana y como herramienta indispensable para el control de las emisiones de ruido en el municipio de San Rafael, realizó mapa de ruido en la zona urbana, el cual se presenta a continuación.

En atención al radicado 112-2222 del 17 de julio de 2014., en la que la Inspección de Policía Municipal de San Rafael, solicita a la Corporación mediciones de ruido para conocer las condiciones acústicas de su área urbana, y así responder requerimiento judicial, de acuerdo con lo anterior se procede a realizar el estudio de ruido ambiental.

3. OBJETO

Evaluar los niveles de ruido ambiental presentes en algunos sitios de interés del municipio de San Rafael 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, para mejor entendimiento ver la imagen siguiente:

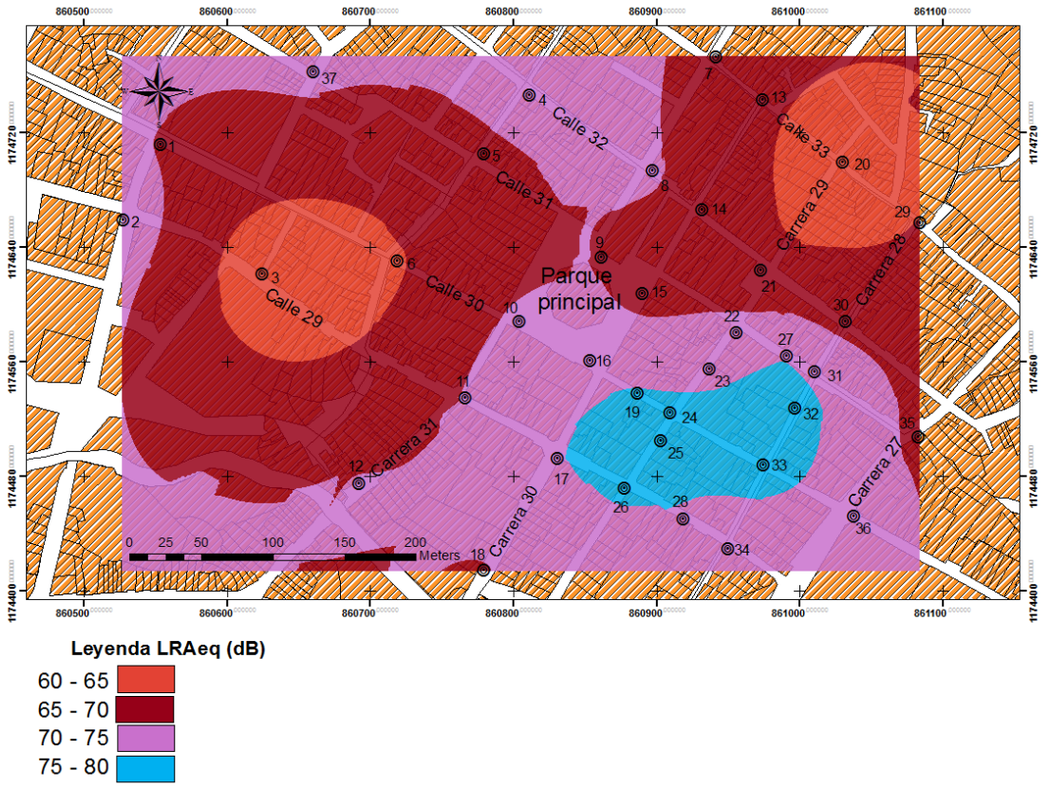

Figura 1. Mapa de ruido.

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 que en ciertas ocasiones puede hacer que un material sirva más como replicador acústico que como aislante acústico.

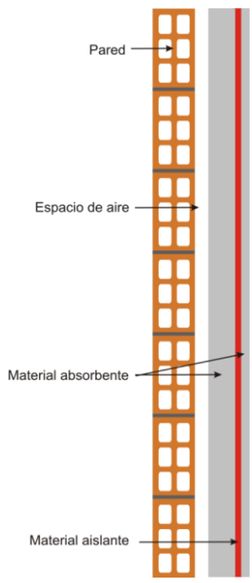

Figura 2. Aislamiento acústico en pared.

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 conducto auditivo 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 la percepción.

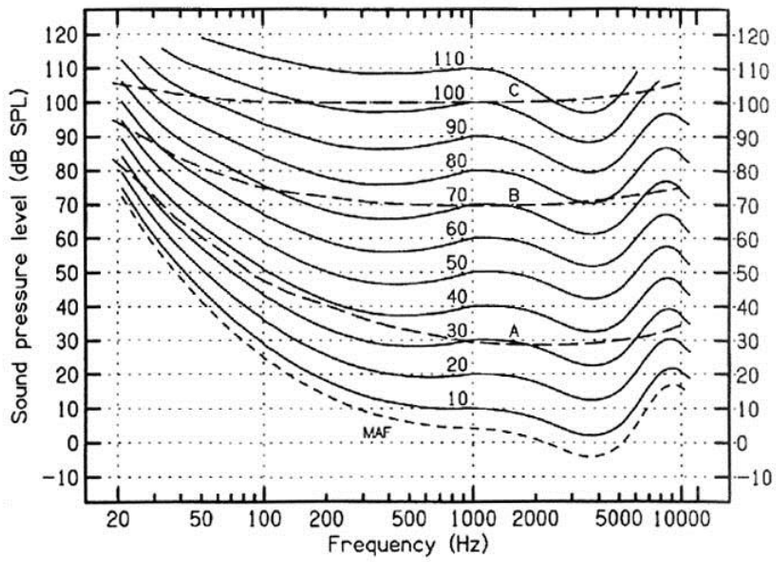

Figura 4. Curvas isofónicas y curvas de ponderación A, B y C.

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 estas sean.

Dependiendo del nivel de presión acústica SPL (Sound Presion Level) al que el sistema auditivo se vea expuesto, se pueden generar algunas consecuencias; existe entonces un nivel pico al que el oído puede estar sometido 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.

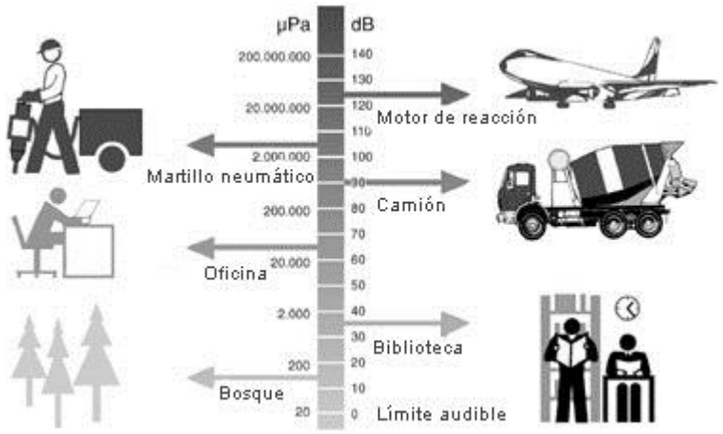

Figura 5. Rango auditivo de niveles de presión sonora.

Otros niveles también pueden ser perniciosos para la salud auditiva, pero estos estarán directamente relacionados con el tiempo de exposición, o sea, se puede 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.

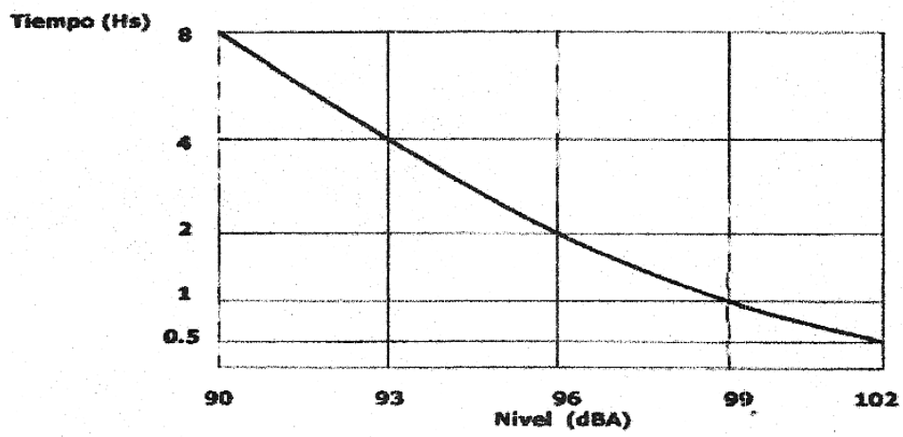

Figura 6. Niveles máximos de exposición al ruido por día.

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 encuentra 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 sonora particular a una onda.

- **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.

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) Trazo de grilla cada 250 metros en el área de estudio.

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

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

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

e) Establecimiento de horarios y días de medición.

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

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

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

i) Elaboración de los mapas de ruido.

j) Elaboración de informe técnico.

k) 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.

l) 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 30-15 minutos en sonometría.

e) Toma de datos acústicos por periodo de 30-15 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 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 fin de semana, específicamente viernes y sábado.

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 San Rafael.

Este estudio se desarrolló entre los días 0, 02 y 03 de agosto 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 nocturnas comprendidas entre las 21:01 y las 01:00 horas, contemplando así el horario de funcionamiento de los establecimientos comerciales.

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	894,808	1,188,019
Oeste	894,697	1,187,908
Este	894,703	1,188,019
Sur	894,812	1,187,908

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 nueve (9) puntos de medición.

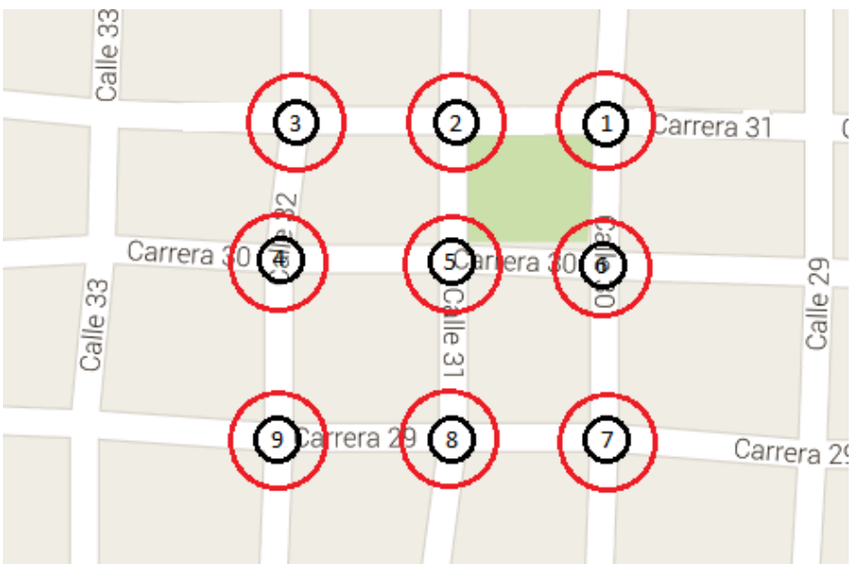

Figura 10. Puntos de medición San Rafael

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	C21 K20	894811	1188014
02	C21 K21	894761	1188016
03	C21 K22	894707	1188016
04	C20 K22	894703	1187970
05	C20 K21	894760	1187971
06	C20 K20	894811	1187969
07	C19 K20	894810	1187911
08	C19 K21	894760	1187910
09	C19 K22	894702	1187911

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

En las cercanías del punto 01, 02, 05 y 06 en los alrededores del parque principal se pudo observar una inclinada tendencia al uso comercial, por lo tanto estos puntos se compara n con los Estándares Máximos Permitidos de Ruido Ambiental. Sector C. Ruido intermedio restringido. Subsector Zonas con usos permitidos comerciales.

En las cercanías de los puntos 03, 04, 07, 08 y 09 aunque primordialmente había actividad comercial se hallaron algunas residencias, por lo tanto estos puntos se compara con los Estándares Máximos Permitidos de Ruido Ambiental. Sector B. Tranquilidad y ruido moderado. Subsector Zonas residenciales.

7.4 Principales observaciones acústicas durante la medición

- Los principales niveles de ruido se dieron por establecimientos comerciales abiertos al público, que contaban con sistemas de sonido de Alta y mediana potencia y también existió durante las mediciones un gran aporte de automotores especialmente motos.

7.4Condiciones 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)
1059,8	26,0	56,4	0,1

Tabla 03. Condiciones atmosféricas durante las mediciones.

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 San Rafael posee un total de 6478 personas en el casco urbano para el 2014, tomando en cuenta el área de estudio se tiene que aproximadamente 1943 personas se ven afectadas por ruido en el estudio de ruido realizado.

7.6 Mapas de ruido.

Adjunto a este informe se entregan 2 mapas de ruido del municipio en formato físico y digital, con la información acústica representada mediante curvas isoruido.

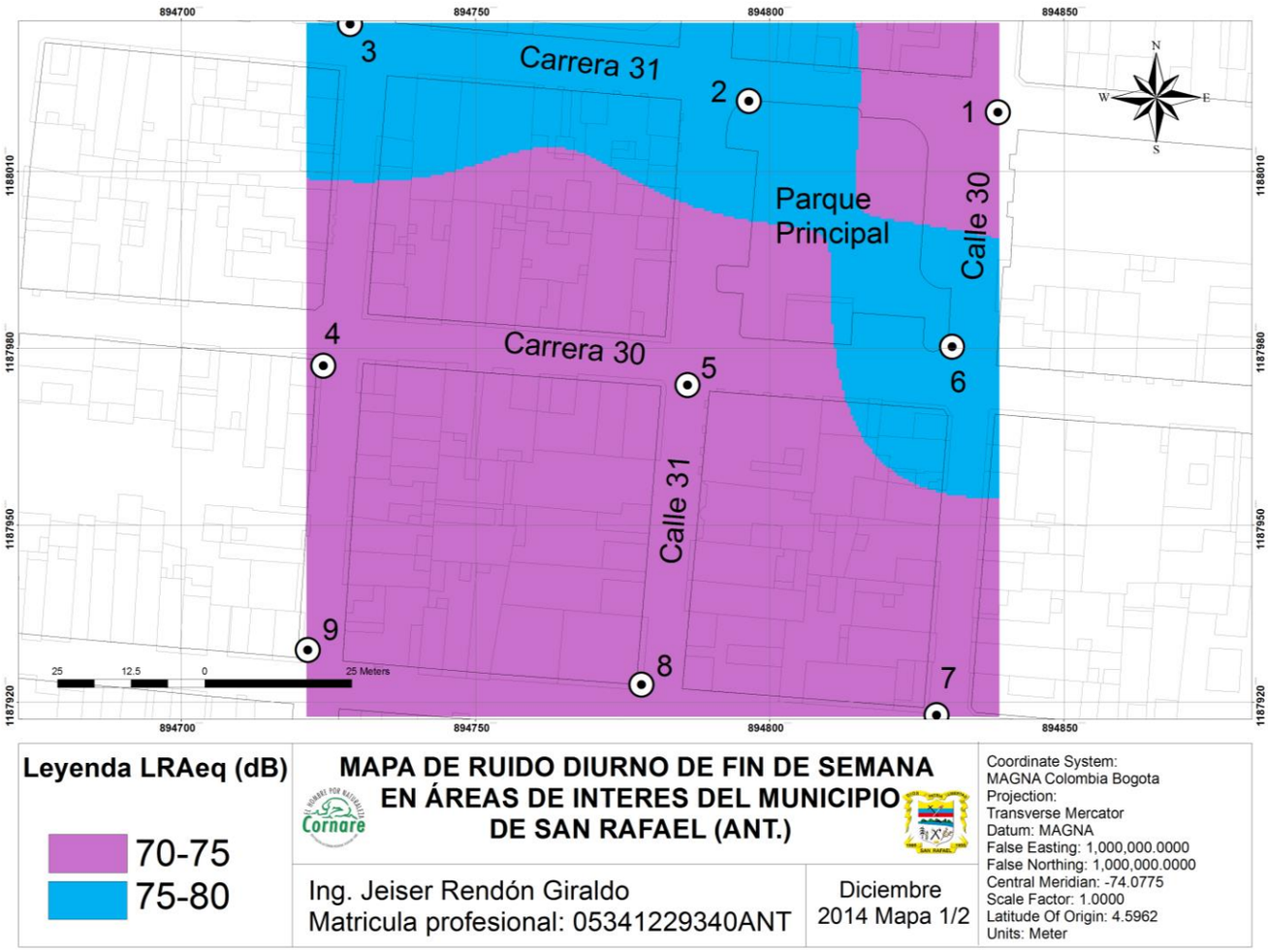

Figura 11. Mapa de ruido diurno fin de semana.

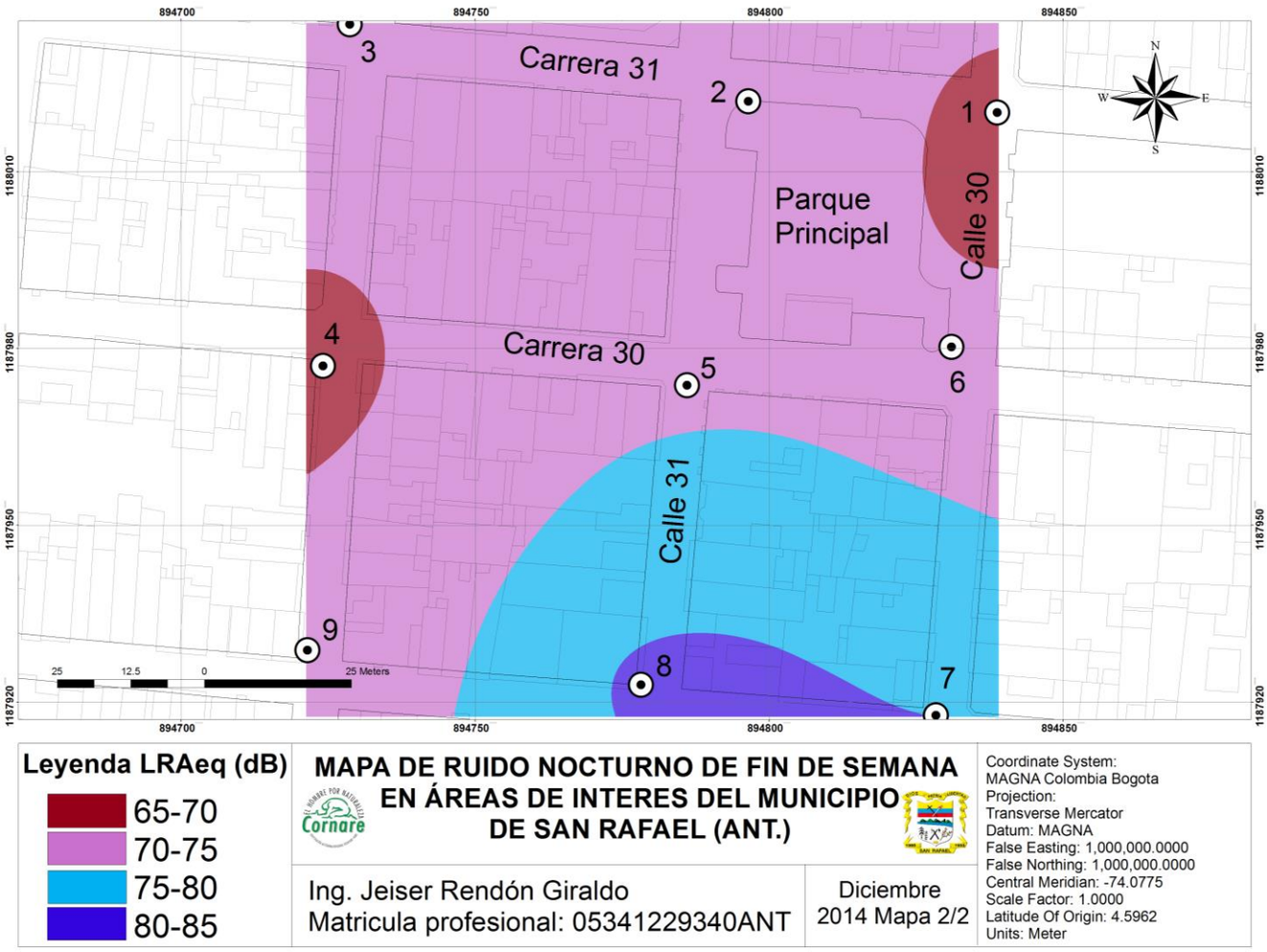

Figura 12. Mapa de ruido nocturno fin de semana.

8. CONCLUSIONES

- Del total de 18 mediciones en los 9 puntos durante los distintos horarios, ninguna cumplió con la norma *"Estándares Máximos Permitidos de Ruido Ambiental"* (EMPRA)

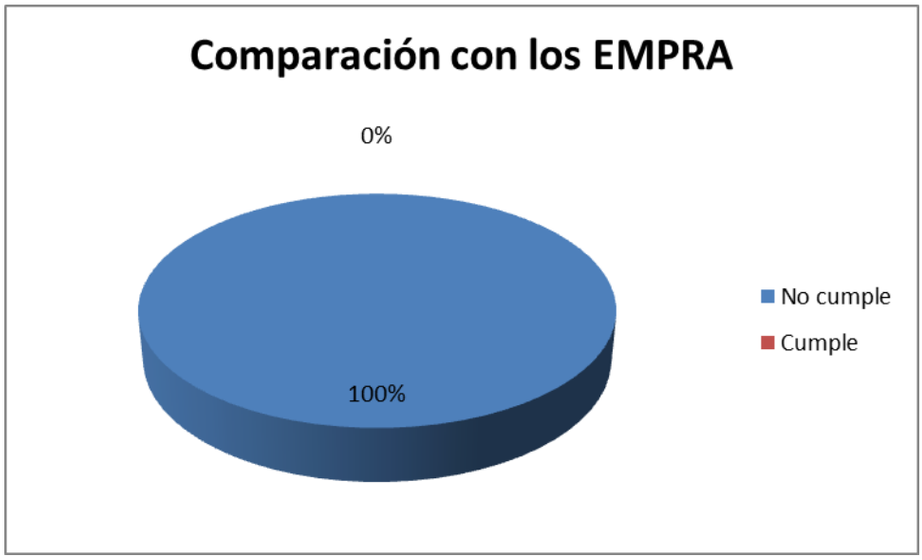

Figura 13. Porcentaje de cumplimiento en comparación con los Estándares Máximos Permitidos de Ruido Ambiental.

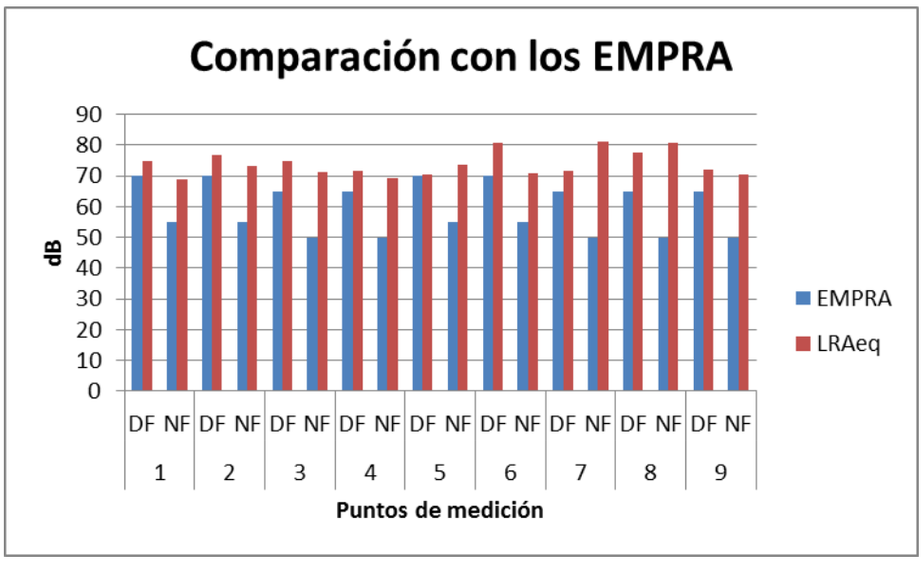

Figura 14. Comparación Estándares Máximos Permitidos de Ruido Ambiental con niveles LRAeq.

- Un 26% de los puntos debieron ser corregidos por tonalidad las correcciones por tonalidad se dieron en las bandas de 200, 800, 2000, 3150 y 4000 Hz, el único punto que presentó corrección fuerte fue el 9NF.

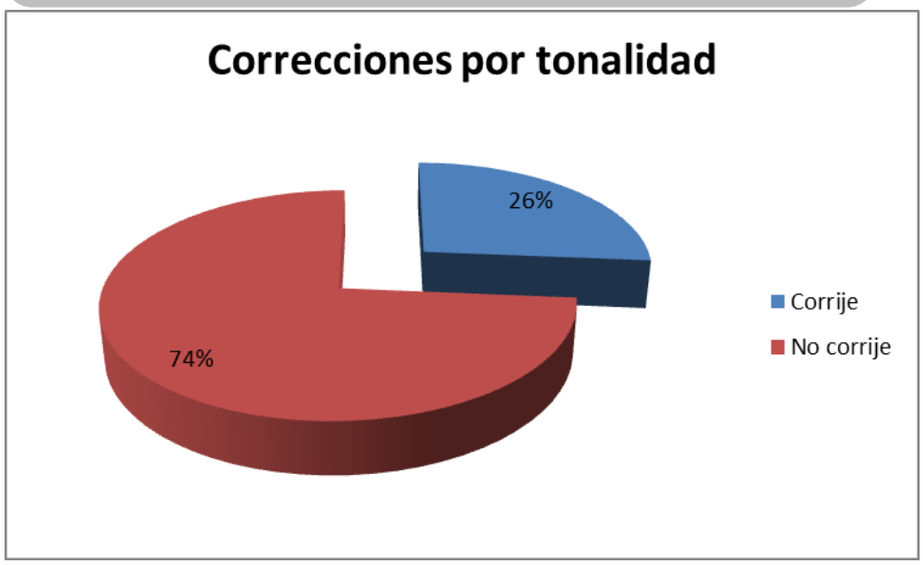

Figura 15. Porcentaje de correcciones por tonalidad.

- Un 53% de los puntos debieron ser corregidos por impulsividad, lo que nos indica una mediana presencia de ruidos impulsivos y una relativa estabilidad en los niveles de ruido encontrados.

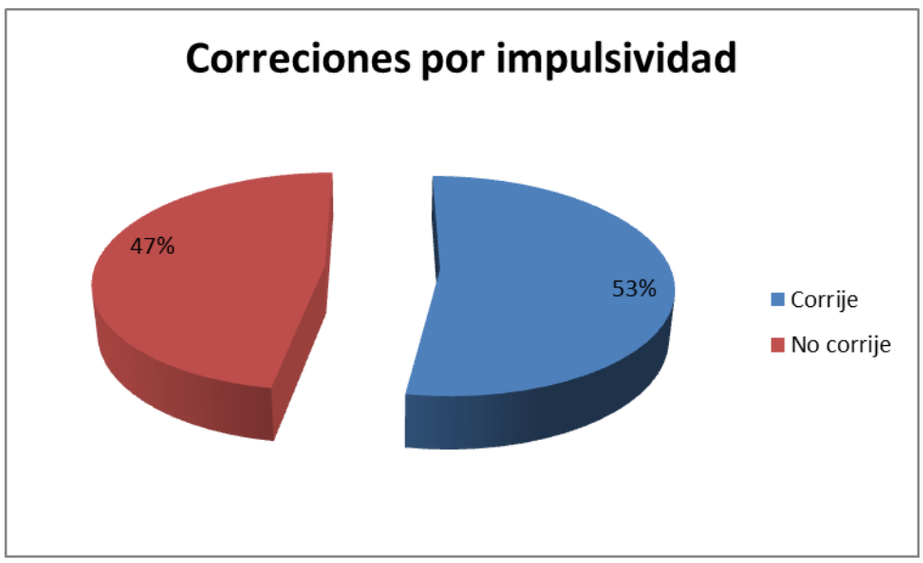

Figura 16. Porcentaje de correcciones por impulsividad.

- La principal mancha de ruido mostrada en los mapas se dio tanto en horario nocturno de fin de semana, donde los principales aportantes de ruido involucrando para este los establecimientos comerciales: "*Club Kapital" y "Discoteca Bacos".*

- El nivel continuo equivalente más elevado dentro de los niveles de ruido encontrado con 80,9 dB se dio en el punto NF, ubicado en la C19 K21 en horario diurno de fin de semana, el principales aportantes en este punto fueron los establecimientos "*Club Kapital" y "Discoteca Bacos".*

- El máximo nivel de presión sonora se dio en el punto 9DF ubicado entre las C19 K22 con 92.3 dB, el principal aporte en este punto lo reporto el ruido automotor y el perifoneo.

- Del total de 18 mediciones realizadas ninguna presentó una diferencia de más de 10 dB entre el LCeq y el LAeq, lo que indica poco contenido en bajas frecuencias.

- Los automotores fueron considerables aportantes a los niveles de ruido hallados, siendo el paso de motos el más alto con un 63% del total de automotores aforados.

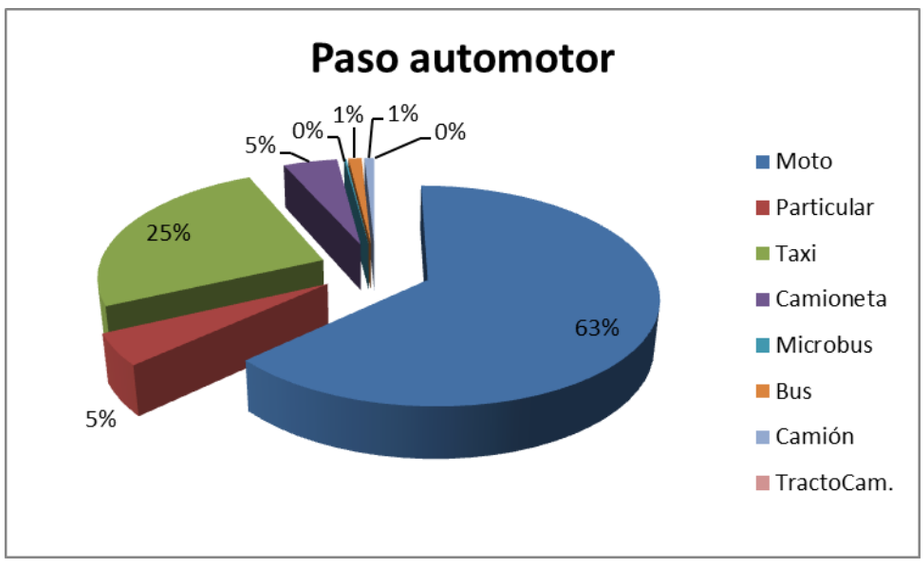

Figura 17. Porcentaje de paso automotor en el total de las mediciones.

- En el total de las mediciones no se registraron paso de aeronaves por lo que no influyeron en los niveles de ruido presentes.

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

- Las manchas de ruido tanto para horario diurno como nocturno muestran niveles de ruido muy elevados en el área de estudio tanto en la noche como en el día.

- Los establecimientos comerciales con sistema de sonido de alta potencia, los establecimientos comerciales con sistemas Hi- Fi, el ruido comunitario y el paso automotor fueron los principales responsables de los niveles de ruido que superaron los EMPRA.

9. RECOMENDACIONES

La administración municipal de acuerdo con su competencia y con apoyo de la Corporación deberá:

- 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.
- 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.
- Realizar control sobre la potencia de los sistemas de sonido.

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.

Firmas de los funcionarios vinculados a este informe

DAIRON ACOSTA MALDONADO Grupo Recurso Aire	**LINA MARÍA CARDONA LÓPEZ** Servicio al Cliente
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. Dos 2 Mapas de ruido.

11.5 Anexo 5. Indicadores acústicos por punto de medición (Digital).

11.6 Anexo 6. Planillas de campo (Digital).

11.7 Anexo 7. Archivos GIS del mapa de ruido (Digital).

11.8 Anexo 8. Informe ruido ambiental – Municipio de San Rafael (Digital)

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

CESVA Laboratorio

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.		