

**OBJETO CONTRACTUAL.** "ELABORAR LOS MAPAS DE RUIDO DE LA ZONA URBANA DE LOS MUNICIPIOS DE TUNJA Y SOGAMOSO SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS ESTABLECIDOS EN LA RESOLUCIÓN 0627/06 DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL"

**FECHA Y NUMERO DE CONTRATO.** Contrato de consultoría No. 2010001 de 28 de Octubre de 2010

**TITULO.** ELABORACIÓN DEL MAPA DE RUIDO DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO.

**DEPENDENCIA.** Corporación Autónoma Regional De Boyacá  
-CORPOBOYACÁ-

**CONTRATISTA.** Fundación Sin Ánimo De Lucro Ecológica -FULECOL-



**OBJETO CONTRACTUAL.** “ELABORAR LOS MAPAS DE RUIDO DE LA ZONA URBANA DE LOS MUNICIPIOS DE TUNJA Y SOGAMOSO SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS ESTABLECIDOS EN LA RESOLUCIÓN 0627/06 DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL”

**FECHA Y NUMERO DE CONTRATO.** Contrato de consultoría No. 2010001 de 28 de Octubre de 2010

**TITULO.** ELABORACIÓN DEL MAPA DE RUIDO DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO.

**DEPENDENCIA.** Corporación Autónoma Regional De Boyacá  
-CORPOBOYACÁ-

**CONTRATISTA.** Fundación Sin Ánimo De Lucro Ecológica -FULECOL-



**TABLA DE CONTENIDO**

1.	GLOSARIO.....	9
2.	RESUMEN EJECUTIVO.....	11
3.	INTRODUCCIÓN.....	13
4.	OBJETIVOS.....	14
4.1	OBJETIVO GENERAL.....	14
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
5.	ANTECEDENTES.....	15
5.1	MAPAS DE RUIDO EN COLOMBIA.....	15
5.1.1	Mapas de ruido en el Valle de Aburrá.....	15
5.1.2	Mapa de ruido en La Guajira.....	17
5.1.3	Mapa de ruido en Bogotá.....	18
5.2	MAPAS DE RUIDO EN LATINOAMÉRICA.....	19
5.2.1	Mapa de ruido en Puerto Montt (Chile).....	19
5.2.2	Mapa de ruido en la zona centro de Guadalajara (México).....	19
5.2.3	Mapa de ruido ambiental en Buenos Aires (Argentina).....	20
5.3	MAPAS DE RUIDO EN ESTADOS UNIDOS Y EUROPA.....	21
5.3.1	Mapa de ruido de San Francisco.....	21
5.3.2	Mapa de ruido en Cambridge City.....	21
5.3.3	Mapa de ruido en Berlín.....	22
5.3.4	Mapa de ruido en Birmingham City.....	22
5.3.5	Mapa de ruido en Dublín.....	23
5.3.6	Mapa de ruido en Londres.....	23
5.3.7	Mapa de ruido de Estocolmo.....	24
5.3.8	Mapa de ruido en Viena.....	24
5.3.9	Mapa de ruido en Madrid.....	25
6.	MARCO LEGAL.....	26
6.1	NORMATIVIDAD A NIVEL NACIONAL.....	26
6.2	NORMATIVIDAD A NIVEL INTERNACIONAL.....	28
7.	MARCO TEÓRICO.....	31
7.1	GENERALIDADES DE ACÚSTICA.....	31
7.1.1	Características de una onda.....	32
7.1.2	Fenómenos de propagación del sonido.....	32
7.1.3	Cualidades del sonido.....	33
7.1.4	Percepción del sonido.....	34
7.2	EQUIPOS DE MEDICIÓN DE RUIDO.....	35
7.3	VÍAS DE PROPAGACIÓN.....	36
7.4	EFFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD HUMANA.....	36
7.4.1	Trastornos del sueño.....	37
7.4.2	Efectos sobre las funciones fisiológicas.....	38

7.4.3	Interferencia con la comunicación oral .....	38
7.4.4	Efectos sobre la audición .....	39
7.4.5	Niveles de exposición al ruido máximos recomendados .....	39
7.5	AISLAMIENTO, APANTALLAMIENTO Y SILENCIADORES .....	41
7.5.1	AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO .....	41
7.5.2	PANTALLAS ACÚSTICAS .....	41
7.5.3	SILENCIADORES .....	42
8.	METODOLOGÍA .....	43
8.1	ETAPA 1: RECONOCIMIENTO INICIAL Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.....	46
8.2	ETAPA 2: DEFINIR LOS SITIOS DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL....	46
8.3	ETAPA 3: MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.....	47
8.4	ETAPA 4: DESCRIBIR LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE CAMPO. ....	47
8.5	ETAPA 5: REALIZAR LOS MAPAS DE RUIDO DE LAS ZONAS URBANAS DE SOGAMOSO Y TUNJA. ....	47
8.6	ETAPA 6: DIVULGACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	48
8.7	ETAPA 7: ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL.....	48
9.	ETAPA 1 Y 2: RECONOCIMIENTO INICIAL, ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO Y DEFINIR LOS SITIOS DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.....	49
9.1	CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO.....	49
9.1.1	LOCALIZACIÓN .....	49
9.1.2	GEOMORFOLOGÍA .....	50
9.1.3	CLIMATOLOGÍA .....	50
9.1.4	HIDROGRAFÍA.....	55
9.1.5	DEMOGRAFÍA .....	56
9.1.6	ECONOMÍA .....	56
9.2	PLANEACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO .....	60
9.2.1	RECORRIDO INICIAL.....	60
9.2.2	DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL 61	
9.2.3	ORGANIZACIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO.....	63
10.	ETAPA 3: MONITOREOS DE RUIDO AMBIENTAL .....	64
10.1.1	METODOLOGÍA PARA LOS MONITOREOS DE RUIDO AMBIENTAL .....	64
10.1.2	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN EMPLEADOS EN CAMPO.....	65
10.1.3	CÁLCULOS Y CORRECCIONES.....	67
11.	ETAPA 4: DESCRIBIR LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE CAMPO.....	72
11.1	COMPORTAMIENTO SEMANAL DEL RUIDO AMBIENTAL.....	72
11.1.1	COMPORTAMIENTO DIURNO .....	72
11.1.2	COMPORTAMIENTO NOCTURNO .....	75
11.1.3	COMPARACIÓN CON LA NORMATIVIDAD.....	79
11.2	COMPORTAMIENTO DOMINICAL DEL RUIDO AMBIENTAL.....	83
11.2.1	COMPORTAMIENTO DIURNO .....	83

11.2.2	COMPORTAMIENTO NOCTURNO .....	85
11.2.3	COMPARACIÓN CON LA NORMATIVIDAD.....	88
12.	ETAPA 5: REALIZAR LOS MAPAS DE RUIDO DE LAS ZONAS URBANAS DE SOGAMOSO .....	92
12.1	CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE DE PREDICCIÓN DE RUIDO.....	92
12.1.1	GENERALIDADES DEL CADNAA .....	94
12.1.2	ESCENARIOS.....	95
12.1.3	ARCHIVOS QUE PERMITE IMPORTAR Y EXPORTAR.....	96
12.2	DATOS DE ENTRADA AL MODELO.....	97
12.2.1	EMISORES SUPERFICIALES.....	97
12.2.2	AFOROS VEHICULARES.....	99
12.2.3	ALTURA DE EDIFICIOS.....	99
12.3	UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE.....	100
12.3.1	Crear un nuevo proyecto.....	100
12.3.2	Importar área de cálculo .....	101
12.3.3	Importar receptores.....	102
12.3.4	Importar edificaciones.....	103
12.3.5	Añadir emisores superficiales .....	104
12.3.6	Importar carreteras.....	105
12.3.7	Importar topografía.....	106
12.3.8	Calcular receptores y malla.....	108
12.4	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE MODELACIÓN .....	109
12.4.1	Mapa de ruido ambiental Semanal Diurno y Nocturno.....	109
12.4.2	Mapa de ruido ambiental Dominical Diurno y Nocturno.....	111
12.5	MAPAS DE CONFLICTO .....	112
12.5.1	Mapa de conflicto semanal Diurno y Nocturno.....	112
12.5.2	Mapa de conflicto Dominical Diurno y Nocturno.....	114
12.6	VALIDACIÓN DEL MODELO .....	114
13.	ETAPA 6: DIVULGACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	118
13.1	PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO .....	118
13.1.1	INTRODUCCIÓN .....	118
13.1.2	OBJETIVOS .....	119
13.1.3	MARCO TEÓRICO.....	119
13.1.4	FORMULACIÓN DE LOS PROGRAMAS.....	121
13.1.5	PROGRAMAS DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO.....	122
13.2	SOCIALIZACIÓN Y CAPACITACIÓN .....	128
14.	CONCLUSIONES.....	130
15.	RECOMENDACIONES .....	133
16.	BIBLIOGRAFÍA.....	134

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos .....	40
Tabla 2. Comportamiento precipitación municipio de Sogamoso .....	51
Tabla 3. Valores mensuales de temperatura municipio de Sogamoso .....	52
Tabla 4. Valores mensuales de brillo solar Periodo 1982-2004.....	54
Tabla 5. Valores mensuales de Humedad Relativa Municipio de Sogamoso .....	55
Tabla 6. Población proyectada 2005-2008 .....	56
Tabla 7. Unidades económicas censadas –año 2005.....	57
Tabla 8. Unidades Agrícolas Censadas- Año 2005.....	57
Tabla 9. Número de explotaciones mineras y Estado de actividad- Año 2005 .....	58
Tabla 10. Unidades económicas por sectores y actividades Año 2005 .....	59
Tabla 11. Ubicación de puntos de monitoreo Sogamoso.....	62
Tabla 12. Ficha Técnica sonómetro 1 .....	65
Tabla 13. Ficha Técnica sonómetro 2 .....	66
Tabla 14. Ficha Técnica sonómetro 3 .....	66
Tabla 15. Espectro de frecuencias en tercios de octava. Orientación Norte – Punto 1 .....	70
Tabla 16. Corrección por tonalidad. Orientación Norte - Punto 1 .....	70
Tabla 17. Resumen de resultados Leq y LLeq. Orientación Norte - Punto 1 .....	70
Tabla 18. Resumen de resultados obtenidos. Punto 1, periodo diurno, orientación Norte	71
Tabla 19. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo semanal diurno .....	72
Tabla 20. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo semanal nocturno .....	76
Tabla 21. Sectores resolución 627/06 identificados en el municipio de Sogamoso.....	79
Tabla 22. Resumen resultados semanal .....	79
Tabla 23. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo festivos diurno.....	83
Tabla 24. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo festivo nocturno.....	85
Tabla 25. Resumen resultados festivos.....	88
Tabla 26 Diferentes software de predicción de ruido .....	94
Tabla 27 Resumen de resultados de emisor superficial .....	97
Tabla 28 Niveles corregidos de emisor superficial.....	98
Tabla 29. Diferencia niveles medidos y calculados periodo semanal.....	115
Tabla 30. Diferencia niveles medidos y calculados periodo dominical .....	116
Tabla 31. Programa 1. Educación Ambiental en la Comunidad .....	122
Tabla 32. Programa 2. Educación Ambiental en sector Comercial .....	123
Tabla 33. Programa 3. Control de ruido en vías.....	124
Tabla 34. Programa 4. Control de ruido en espacios públicos .....	125
Tabla 35. Programa 5. Control de ruido en sector industrial.....	126
Tabla 36. Programa 6. Coordinación Interinstitucional .....	127

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Normatividad a nivel nacional.....	26
Figura 2 Normatividad a nivel internacional .....	28
Figura 3. Etapas del contrato.....	43
Figura 4. Comportamiento Multianual de la precipitación .....	51
Figura 5. Valores medios mensuales de temperatura (°C).....	52
Figura 6. Valores medios mensuales de brillo solar.....	53
Figura 7. Valores medios mensuales de Humedad Relativa .....	55
Figura 8. Unidades económicas censadas en el Municipio de Sogamoso año 2005 .....	60
Figura 9. Recorrido Inspección inicial Sogamoso. ....	61
Figura 10. Equipo monitoreo ruido (Anemómetro y Sonómetro) .....	65
Figura 11. Algoritmo de utilización del CadnaA.....	100
Figura 12 Inicio del CadnaA.....	101
Figura 13. Importar área de cálculo de ArcGIS .....	101
Figura 14. Ventana con área de cálculo .....	102
Figura 15. Importar receptores de ArcGIS.....	102
Figura 16. Ventana con área de cálculo y receptores.....	103
Figura 17. Importar edificios de ArcGIS.....	103
Figura 18. Ventana con los edificios, los receptores y el área de cálculo .....	104
Figura 19. Añadir emisores superficiales.....	104
Figura 20. Introducir características del espectro.....	105
Figura 21. Importar carreteras de ArcGIS .....	105
Figura 22. Ventana con la malla vial, los edificios, los receptores y el área de cálculo ...	106
Figura 23. Importar curvas de nivel de ArcGIS .....	106
Figura 24. Ajustar elevación del terreno a los objetos .....	107
Figura 25. Visualización en 3D de la topografía.....	107
Figura 26. Introducir apariencia de Malla .....	108
Figura 27. Calcular malla .....	108
Figura 28. Resultados obtenidos para el mapa de ruido .....	109
Figura 29. Socialización de resultados municipio de Sogamoso .....	128

## LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1. Histograma de los datos semanales diurnos.....	73
Gráfica 2. Gráfica Q-Q de los datos semanales diurnos.....	73
Gráfica 3. Histograma de los datos semanales nocturnos.....	77
Gráfica 4. Gráfica Q-Q de los datos semanales nocturnos.....	77
Gráfica 5. Diagrama de cajas para las mediciones semanales diurnas y nocturnas .....	80
Gráfica 6. Comportamiento ruido ambiental Sector C1.....	81
Gráfica 7. Comportamiento ruido ambiental Sector C2.....	81
Gráfica 8. Comportamiento ruido ambiental Sector D.....	82
Gráfica 9. Histograma de los datos dominicales diurnos .....	84
Gráfica 10. Gráfica Q-Q de los datos dominicales diurnos .....	84
Gráfica 11. Histograma de los datos dominicales nocturnos .....	86
Gráfica 12. Gráfica Q-Q de los datos dominicales nocturnos .....	87
Gráfica 13. Diagrama de cajas mediciones Dominicales diurnas y nocturnas.....	89
Gráfica 14. Comportamiento ruido ambiental Sector C2 .....	89
Gráfica 15. Comportamiento ruido ambiental Sector C2 .....	90
Gráfica 16. Comportamiento ruido ambiental Sector D.....	91

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Mapa con grilla de ubicación puntos de monitoreo de Ruido Ambiental
- Anexo 2. Capacitación Técnicos de medición
- Anexo 3. Rutas establecidas para monitoreos de ruido ambiental
- Anexo 4. Certificados calibración de equipos
- Anexo 5. Hojas de cálculo correcciones Ruido Ambiental
- Anexo 6. Mapa homologado usos del suelo Resolución 627 de 2006
- Anexo 7. Emisores superficiales Sogamoso
- Anexo 8. Malla vial semanal y dominical diurno y nocturno
- Anexo 9. Mapa altura de edificios
- Anexo 10. Mapa de ruido ambiental semanal diurno
- Anexo 11. Mapa de ruido ambiental semanal nocturno
- Anexo 12. Mapa de ruido ambiental dominical diurno
- Anexo 13. Mapa de ruido ambiental dominical nocturno
- Anexo 14. Mapa de conflicto semanal diurno
- Anexo 15. Mapa de conflicto semanal nocturno
- Anexo 16. Mapa de conflicto dominical diurno
- Anexo 17. Mapa de conflicto dominical nocturno
- Anexo 18. Presentación final. Socialización resultados mapas de ruido ambiental
- Anexo 19. Lista de asistencia socialización municipio Sogamoso

## 1. GLOSARIO

- **CALIBRACIÓN:** Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores de magnitudes indicados por un instrumento o sistema de medición, o valores representados por una medida materializada o un material de referencia y los correspondientes valores reportados por patrones.
- **DECIBEL (dB):** Décima parte del Bel, razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la siguiente expresión:  $\text{Log } R=1\text{dB}/10$
- **EMISIÓN DE RUIDO:** Es la presión sonora que generada en cualesquiera condiciones, trasciende al medio ambiente o al espacio público.
- **Leq.-** Nivel sonoro continuo equivalente, es el nivel en dBA de un ruido constante hipotético correspondiente a la misma cantidad de energía acústica que el ruido real considerado, en un punto determinado durante un período de tiempo T.
- **MAPAS DE RUIDO:** Se 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, el número de personas afectadas en una zona dada y el número de viviendas, centros educativos y hospitales expuestos a determinados valores de ese indicador en dicha zona.
- **NORMA DE EMISIÓN DE RUIDO:** Es el valor máximo permisible de presión sonora, definido para una fuente, por la autoridad ambiental competente, con el objeto de cumplir la norma de ruido ambiental.

- **PISTÓFONO:** Es una pequeña cavidad provista de un pistón con movimiento de vaivén y desplazamiento medible, que permite establecer una presión conocida en el interior de la cavidad. Generalmente utilizado para efectuar calibraciones de sonómetros.
- **SONÓMETRO:** Es un instrumento de medición de presión sonora, compuesto de micrófono, amplificador, filtros de ponderación e indicador de medida, destinado a la medida de niveles sonoros, siguiendo unas determinadas especificaciones.
- **TERCIOS DE OCTAVA:** Tercera parte de una banda de octava y grupo de frecuencias en torno a una banda central que cumplen la relación  $f_2 = 2^{1/3} \times f_1$  y  $f_c = (f_1 \times f_2)^{1/2}$   $f_c$  son las frecuencias centrales, que toman valores normalizados según la Norma ISO-266-75.

## 2. RESUMEN EJECUTIVO

Tras la expedición de la resolución 627 de 2006 por la cual se estableció la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental, se determinó la obligatoriedad de las autoridades ambientales de elaborar, revisar y actualizar los mapas de ruido en áreas de su jurisdicción donde la población sea mayor a (100.000) habitantes, con el fin de formular planes de acción encaminados a la adopción de medidas preventivas, correctivas y de seguimiento adecuadas para garantizar un ambiente libre de ruido a la población.

La Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá) en su figura de autoridad ambiental del departamento de Boyacá, acatando lo estipulado en la Resolución 627 de 2006, inició a finales del año 2010, la elaboración de los mapas digitales de ruido ambiental en las áreas urbanas de los municipios de Tunja y Sogamoso fundado legalmente en el contrato CM2010001 suscrito entre Corpoboyacá y la Fundación sin Ánimo de Lucro Ecológica FULECOL.

Para el cumplimiento del objeto contractual se diseñó y presentó un plan operativo de trabajo que fue aprobado por el supervisor del contrato, donde se contemplaron las actividades requeridas en la elaboración de los mapas digitales de ruido ambiental de los municipios objeto de estudio, las cuales fueron ejecutadas durante los meses de diciembre de 2010 y enero, febrero, marzo de 2011, generando como producto final un documento que consolida el desarrollo de las actividades que demanda el proyecto.

Para la elaboración del mapa de ruido ambiental del municipio de Sogamoso fue necesario recopilar información cartográfica (usos del suelo, malla vial, curvas de nivel, división de predios, manzanas), aforos vehiculares y de relación de quejas por ruido, definir y ubicar puntos de monitoreo en todo el perímetro urbano del municipio, determinar alturas de los principales edificios, realizar un inventario de emisores superficiales como bares (mediante monitoreos de ruido de emisión).

Para modelar el ruido en el municipio se utilizó un software especializado y reconocido a nivel internacional llamado CadnaA versión 4, el cual permite introducir los datos de entrada nombrados anteriormente y, mediante una base de cálculo compleja, arroja los resultados de ruido ambiental mediante líneas isófonas.

En el proceso de validación de los resultados arrojados por el modelo, se procedió a realizar monitoreos de ruido ambiental diurno y nocturno acorde con lo estipulado en la Resolución 627 de 2006, con el fin de comparar estadísticamente los resultados de presión sonora e identificar que tan cercano se encuentran los datos modelados con la realidad.

El mapa de ruido obtenido tras la modelación es una herramienta valiosa para formular el plan de acción, porque además de identificar zonas críticas es posible modelar escenarios distintos como trazado alternativo de vías, implementación de barreras acústicas o regulación de flujo vehicular.

### 3. INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional de Boyacá como autoridad ambiental y de acuerdo a lo señalado en el artículo 22 de la resolución 0627 de 2006 que establece la obligatoriedad de 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, de elaborar, revisar y actualizar en los municipios de su jurisdicción con poblaciones mayores a 100.000 habitantes, mapas de ruido ambiental para aquellas áreas que hayan sido consideradas como prioritarias.

En virtud de lo anterior, la entidad consciente de su responsabilidad frente al tema, contrató la “Elaboración de los Mapas de ruido de los municipios de Tunja y Sogamoso” con el fin de brindar a la Entidad, a los entes territoriales y a los organismos de control, una herramienta básica para la toma de decisiones referentes a la organización del territorio, la definición de políticas y normas ambientales, al conocimiento de la problemática en materia de ruido ambiental y la aplicación de estrategias de prevención, vigilancia y control tanto para las zonas afectadas por ruido ambiental como para las que aún no lo están.

En el presente documento se exponen todas las actividades ejecutadas para obtener el mapa digital de ruido ambiental para un periodo diurno y nocturno en el Municipio de Sogamoso, con el fin de dar cumplimiento al objeto contractual del Contrato de Consultoría No. 2010001, suscrito entre la Corporación Autónoma Regional de Boyacá y la Fundación Sin Ánimo de Lucro Ecológica FULECOL.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar los mapas de ruido del área urbana de los Municipios de Tunja y Sogamoso, según los lineamientos establecidos en la Resolución 0627/06.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar los mapas de ruido de acuerdo con lo establecido en el Anexo 5 de la Resolución 0627/2006.
- Definir los sitios de monitoreo abarcando áreas en donde se hallen ubicados hospitales, bibliotecas, zonas residenciales, zonas industriales, zonas comerciales, zonas con usos institucionales y las demás definidas en la Resolución 0627/06.
- Determinar los niveles de ruido ambiental existentes en cada una de los puntos a monitorear en las zonas urbanas de los municipios de Tunja y Sogamoso.
- Definir las actividades de las diferentes zonas (Vías, edificaciones, industrias, establecimientos comerciales y otros), cambios en el uso del suelo y las demás actividades que influyan en el proceso de elaboración de los mapas de ruido.
- Divulgar los resultados obtenidos de la elaboración de los mapas de ruido a la comunidad en los respectivos municipios de Tunja y Sogamoso.
- Presentar a la Corporación informe final, en medio físico y magnético (tres copias) que contenga los mapas de ruido, sus respectivos soportes, evidencia de la aplicación de la metodología señalada en el pliego de condiciones y la Resolución 0627/2006, identificando, delimitando y generando la cartografía.

## 5. ANTECEDENTES

A continuación se hace una breve referencia de los mapas de ruido elaborados a nivel nacional e internacional, con el fin de establecer el estado del arte en cuanto a la temática abordada dentro de este proyecto. Estos antecedentes sirven como base para la realización de los mapas de ruido de las zonas urbanas de los municipios de Tunja y Sogamoso.

### 5.1 MAPAS DE RUIDO EN COLOMBIA

A partir de la publicación de la Resolución 627 de 2006, algunas ciudades de Colombia han elaborado mapas de ruido ambiental con diferentes técnicas y diferentes modelos. A continuación se relacionan algunos de ellos.

#### 5.1.1 Mapas de ruido en el Valle de Aburrá

Como parte del Plan Integral de Desarrollo Metropolitano del Valle de Aburrá, se ejecutó a través del Convenio 680 de 2005 suscrito entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, el proyecto cuyo objeto es la “Elaboración de los Mapas Acústicos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá”, para cuya ejecución también se contó con la participación de la Universidad Nacional de Colombia.

El objetivo general de la investigación fue elaborar la Línea Base del Ruido Ambiental en la zona urbana de los Municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Departamento de Antioquia. Los objetivos específicos se centraron en:

- Evaluar los Niveles de Ruido en el Área Urbana del Municipio, utilizando técnicas de modelación y simulación geoestadística.
- Elaborar el Mapa Acústico representativo del Área Urbana del Municipio, como parámetro inicial para facilitar la gestión del ruido y el ajuste de planes de ordenamiento territorial de parte de las autoridades ambientales.

Para la generación de los mapas temáticos de la zona de estudio se utilizó el software Geomedia Profesional 6.0, incorporándole la información cartográfica básica de límites municipales, barrios y comunas por municipio, estratos socioeconómicos, usos del suelo, zonas urbanas y puntos de medición. Para la salida de los mapas, se utilizó el formato ShapeFile (Formato nativo del software ArcGIS) y se diseñó y construyó una base de datos para la administración de la información y el acceso a reportes automáticos requeridos por los análisis geoestadísticos.

En el año 2010 el Área Metropolitana suscribió el contrato 540 de 2010 con la Fundación Sin Ánimo de Lucro FULECOL, sobre la "Actualización de los Mapas de ruido de los Bello, Itagüi y Medellín" con el fin de brindar a la Entidad, a los entes territoriales y a los organismos de control, una herramienta básica para la toma de decisiones referentes a la organización del territorio, la definición de políticas y normas ambientales, al conocimiento de la problemática en materia de ruido ambiental y la aplicación de estrategias de prevención, vigilancia y control tanto para las zonas afectadas por ruido ambiental como para las que aún no lo están.

Para la elaboración del mapa de ruido ambiental, fue necesario recopilar información cartográfica (usos del suelo, malla vial, curvas de nivel, división de predios, manzanas) y de relación de quejas por ruido, definir y ubicar puntos de monitoreo en todo el perímetro urbano de la ciudad, determinar alturas de los principales edificios, realizar un inventario de emisores superficiales como bares (mediante monitoreos de ruido de emisión) y vías de alto flujo vehicular (mediante aforos vehiculares). Para modelar el ruido en el municipio se utilizó un software especializado y reconocido a nivel internacional llamado CadnaA versión 4, el cual permite introducir los datos de entrada nombrados anteriormente y, mediante una base de cálculo compleja, arroja los resultados de ruido ambiental mediante líneas isófonas.

### **5.1.2 Mapa de ruido en La Guajira**

A través del Contrato 0038 de 2009 cuyo objeto es “Determinar la contaminación por Ruido ambiental en centros poblados de La Guajira (Dibulla, Riohacha, Albania, Hato-nuevo y Papayal)”. El proyecto se desarrolló en cuatro Municipios y un corregimiento del municipio de La Guajira, definidos respectivamente como Riohacha, Dibulla, Hato Nuevo, Albania y Papayal. Para la elaboración de los mapas de ruido, fue necesario identificar y caracterizar las Fuentes Fijas y Móviles generadoras de ruido por población.

Además, para determinar el número de puntos por población, se construyeron cuatro grillas teniendo en cuenta los diferentes intervalos de exactitud (cada 750 m, 500 m, 375 y 250 m). La selección de puntos se realizó tomando como parámetros: 1) la extensión de cada población; 2) la densidad poblacional; 3) Requerimientos del municipio o corregimiento (puntos críticos, quejas de la comunidad, entre otras).

El mapa de emisión de ruido por población, se diseñó mediante el uso del software especializado SoundPLAN, el cual fue alimentado con evaluaciones sonoras de campo, información geográfica, coberturas de las construcciones, malla vial y curvas de nivel, entre otras. Una vez ingresada toda esta información al programa, se calculó y simuló el comportamiento sonoro tanto de las Fuentes Móviles como de las Fuentes Fijas, formando curvas isófonas. Los valores de las isófonas son representados en colores que definen niveles sonoros según la norma establecida, siendo los tonos rojos, azules y morados los de mayor criticidad con niveles por encima de los 70 dB(A).

Como conclusión general se encontró que el mayor impacto sonoro proviene fundamentalmente de los aportes de ruido de las fuentes móviles que conforman la malla vial de las diferentes poblaciones, especialmente en donde se concentra o por donde transita el mayor número de vehículos, adicionalmente es fundamental

considerar la composición vehicular, capacidad de carga de los vehículos que transitan por ella, la pendiente de la vía, el estado y la extensión de esta (a mayor longitud, muchas más áreas de afectación comunitaria). Conjuntamente a estas variables es importante considerar la localización de las edificaciones receptoras más cercanas; ya que sobre ellas se ocasiona la mayor perturbación y molestias esperadas hacia la comunidad receptora.

---

### **5.1.3 Mapa de ruido en Bogotá**

La Secretaria Distrital de ambiente (SDA), en su figura de autoridad ambiental de la ciudad de Bogotá, acatando lo estipulado en la Resolución 627 de 2006 y siendo el ente que vele por el derecho que tienen los ciudadanos de gozar de un ambiente sano, inicio a finales del año 2008 la elaboración de los mapas digitales de ruido ambiental en las localidades de Los Mártires, Antonio Nariño, Barrios Unidos, Chapinero y La Candelaria fundado legalmente en el convenio 033 de 2009 firmado con la Universidad militar Nueva Granada (UMNG). Para el cumplimiento del convenio se trataron cinco etapas que fueron desarrolladas durante el primer semestre del año 2009. En la actualidad se encuentra realizando los mapas de ruido de las localidades de Teusaquillo, Suba, Bosa, Ciudad Bolívar, San Cristobal, Usme, Usaquen, Tunjuelito, Rafael Uribe.

Su metodología se basó en lo dispuestó en la Resolución 627 de 2006, utilizando como software el LIMA, versión 5.2, el cual permite modelar vías y fuentes fijas, con una base de cálculo compleja que tiene en cuenta todos los aspectos necesarios al modelar ruido.

## 5.2 MAPAS DE RUIDO EN LATINOAMÉRICA

### 5.2.1 Mapa de ruido en Puerto Montt (Chile).

Durante el año 2007, la Municipalidad de Puerto Montt junto a la CONAMA de la Región de Los Lagos, realizó el primer estudio de evaluación acústica denominado “Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt”

El objetivo general de este proyecto fue medir, representar y evaluar los niveles sonoros obtenidos en distintos puntos de la ciudad y la percepción y grado de molestia del ruido ambiental que tienen los habitantes de Puerto Montt.

La metodología empleada para el trabajo realizado fue mixta: de retícula y viales. Sobre el plano de ciudad se utilizó una retícula de 200x200 m<sup>2</sup> y en algunos sectores se expandió con cuadrículas de 400x400 m<sup>2</sup>, en donde los nodos de la retícula se orientaron hacia las vías más próximas. También se utilizó la metodología de viales, así se estudiaron las vías más importantes de la ciudad que quedaron fuera de la cuadrícula.

Como resultado, este estudio estableció que la principal fuente de ruido es el tráfico rodado y que se concentra asociado a las principales arterias de Puerto Montt, en donde se alcanzan los mayores niveles de ruido. En un 75,3% de los puntos analizados durante el día, los niveles se califican como molestia seria y durante la noche en un 84,6%, los lugares muestran valores que se definen como perturbadores del sueño, según los criterios establecidos por la OMS (CONAMA, 2008).

### 5.2.2 Mapa de ruido en la zona centro de Guadalajara (México).

El mapa de ruido en la zona centro de Guadalajara se hizo atendiendo la siguiente metodología:

- Elección de la zona de estudio.

- Determinación de los puntos de medida (193, ubicados en cruces de calles, aproximadamente cada tres cuadras).
- Caracterización de los puntos de medida (número de carriles, ancho de la calle, material de las construcciones, vegetación presente)
- Registro de mediciones (*primer mapa en 1995 y actualización en 1998*)
- Representación cartográfica y análisis de las mediciones.

Dentro de los resultados arrojados por el mapa de ruido evidenciaron una condición problemática, debido a que únicamente cerca de 2% de los niveles cumplen con los límites máximos permisibles.

### **5.2.3 Mapa de ruido ambiental en Buenos Aires (Argentina).**

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires cuenta con un mapa estratégico de ruido para la zona más conflictiva de la ciudad: un área de 20 Km<sup>2</sup> que abarca 14 barrios distintos desde Barracas a Belgrano. Este mapa, encargado por el gobierno de la ciudad, se ha realizado contando con recursos humanos y técnicos de la Asociación Civil Oír Mejor y bajo la supervisión y dirección técnica del Dr. Manuel Recuero López de la Universidad Politécnica de Madrid.

Como metodología, ha utilizado para la elaboración del Mapa Estratégico de Ruido, un sistema mixto, en el que se combinan un modelo de predicción, basado en ecuaciones matemáticas complejas y una cierta cantidad de mediciones reales que sirven para calibrar o validar el modelo.

De acuerdo a los datos relevados, el transporte es el mayor generador de ruido y en algunos puntos de la Ciudad se alcanzan niveles constantes de ruido de 75 a 80 dBA. Dentro de los hallazgos se localizaron las áreas más ruidosas de la ciudad. (*BADANAIN, 2011*).

### 5.3 MAPAS DE RUIDO EN ESTADOS UNIDOS Y EUROPA

Los mapas de ruido en los EE.UU se han quedado limitados con respecto de los de Europa por tres razones. En primer lugar, en Estados Unidos no hay una legislación similar a nivel federal o estatal, en segundo lugar, los Estados Unidos tiene menos de la mitad de la densidad de población de la UE, y en tercer lugar, y como resultado de los dos primeros, los planificadores en los EE.UU en general, son menos conscientes de las cuestiones relativas al ruido que sus homólogos europeos.

#### 5.3.1 Mapa de ruido de San Francisco.

En 2007, el SFDPH de San Francisco desarrollo un modelo digital basado en el tráfico propio de la ciudad, haciendo énfasis en el ruido generado por las fuentes móviles FHWA-Modelo (TNM) para actualizar el modelo desarrollado en 1972. El nuevo modelo describe los niveles de ruido ambiental en cada calle de San Francisco y define los casos en el que se supera los 60dB  $L_{DN}$ . Identifica las nuevas viviendas multifamiliares en zonas por encima de 60dB que deben ser aisladas acústicamente. Define las nuevas construcciones de viviendas que deben alcanzar un nivel de ruido interior a 45 (2009, *The Regents of the University of California*).

#### 5.3.2 Mapa de ruido en Cambridge City.

De manera general los mapas de ruido elaborados en los países de la UE consisten en las siguientes cuatro fases principales.

- Adquisición de Datos.
- Manipulación de Datos.
- Cálculo de los Niveles de Inmisión de Ruido
- Impresión de los Mapas de Ruido.

Para el desarrollo de este mapa de ruido se utilizó el modelo CadnaA. En el proyecto se compararon los resultados que arrojó el modelo con y sin considerar las reflexiones, contra las mediciones directas a corto tiempo. De esta comparación se determinó lo adecuado del uso del CadnaA para las condiciones de la ciudad Cambridge. Tanto las mediciones directas como la modelación se realizaron a 4m del suelo.

### **5.3.3 Mapa de ruido en Berlín.**

Los niveles de ruido fueron certificados para 1302 Km de camino cuyo límite de velocidad es de 50Km/h, se calcularon para un periodo diurno (6 a 22 horas) y otro nocturno (22 a 6 horas). Los cálculos fueron llevados a cabo mediante la guía técnica RLS 90, donde se aplican factores de corrección dependiendo de patrones de conducción también utilizó el Schall 3, cálculo de las regulaciones de ruido tráfico. Los niveles evaluados fueron calculados cada 25 m. a una altura de 3,5 m del suelo frente de las fachadas de las construcciones afectadas por el ruido.

### **5.3.4 Mapa de ruido en Birmingham City**

Se tomó un total de 880 Km los cuales fueron divididos en 1990 segmentos de camino. Las velocidades modeladas fueron basadas en tiempos de viaje no en mediciones directas, se les aplicó un factor de corrección del 30%.

El modelo de propagación sonora usado es LIMA basado en los procedimientos de la parte 2 ISO 9613 (8), este es usado para estimar los niveles de inmisión en largos tiempos cada 10 m entre receptores. LIMA tiene en cuenta: la directividad de la fuente, la atenuación debido a divergencia geométrica, absorción del aire, efectos del terreno, obstáculos, y diversas atenuaciones. Los cálculos en LIMA se realizan con base a niveles de potencia sonora ponderada y no en bandas de tercio de octava.

### 5.3.5 Mapa de ruido en Dublín

El modelo utilizado para calcular el ruido en vías (CRTN) versión 1988. Las alturas de las edificaciones se sacaron al multiplicar el número de pisos por la altura típica de uno de ellos. La altura de los receptores fue definida a 4m.

El cálculo de la propagación del sonido fue hecho usando el modelo PREDICTOR, este modelo hace cálculos en 3.985.821 receptores en el área, separando los receptores cada 10m , tomando en cuenta hasta 344.183 construcciones, y calculando para 3.504 horas o 146 días, el total de área cubierta por el mapa de ruido fue de 146Km<sup>2</sup>.

### 5.3.6 Mapa de ruido en Londres

El proyecto ha considerado 5.200Km de camino, este fue representado por unos 120.578 segmentos. El promedio de velocidad estuvo en un rango de 20 a 106 Km/h, se tenían unas 2.300 barreras cubriendo una longitud de 120Km.

Se tenían en cuenta las superficies de la vía, 8 clasificaciones en total. Un factor de corrección se asignó a cada superficie de la vía. El software usado en este proyecto fue el WS Atkins Noise Map 2000 SE. Una de sus características es la de trabajar con datos de GIS. Dicha información puede ser alimentada directamente en el modelo.

Los aspectos a tener en cuenta en cálculo de la emisión de ruido fueron:

- Tasa de flujo vehicular.
- Porcentaje de vehículos pesados
- Velocidad de los vehículos
- Gradiente del camino
- Características de la superficie del camino

### 5.3.7 Mapa de ruido de Estocolmo

Para calcular el  $L_{den}$  se asume que el 72% del tráfico en vías corresponde a un periodo diurno, el 20% a la tarde y el 8% a la noche.

Los siguientes fueron los métodos para realizar los cálculos:

- Para vías; versión 1996, modelo de cálculos nórdicos,
- Vías ferroviarias; versión 1998 modelo de cálculo nórdico
- Industria; predicción general, métodos para industria.
- Aeropuertos; modelo de cálculo nórdico, SVERIM

Se produjeron mapas de grilla de 2x2 m y 4x4 m, los mapas tenían información de estrategias para minimizar el ruido.

### 5.3.8 Mapa de ruido en Viena

Los periodos establecidos para mapas de ruido en la legislación de Austria establecen un periodo de día de 6 a 19, uno de tarde noche de 19 a 22 y uno nocturno de 22 a 6. El total de longitud para el ruido de tráfico fue de 2800Km, cerca de 51Km es vía de motos.

Para el cálculo de los mapas de ruido un modelo de terreno digital fue necesario. Un modelo de terreno que incluyera los datos de las construcciones estaba disponible en el departamento comunitario administrativo "MA41".

Los siguientes fueron los métodos para realizar los cálculos:

- Tráfico en vías; regla técnica RVS 3.02 "Protección ambiental , contra ruido"
- Vías ferroviarias; regla técnica de los estándares austriacos y la asociación austríaca para la reducción de ruido ON-Regel 305011"Determinacion de ruido e inmisión causada por el tráfico ferroviario"
- Aeronaves; OAL-guía Nr 24-1"Zonas protegidas contra ruido en las cercanías de aeropuertos, bases de cálculo y planes".

- Industria ÖAL-guía Nr. 28 and ÖAL-guía Nr. 28, “Emisión de ruido y propagación.

---

### 5.3.9 Mapa de ruido en Madrid

El mapa de ruido en Madrid es llamado “Sistema de Actualización dinámica del mapa en Madrid” SADMAM.

- Sistemas de medición de ruido: Monitor de ruido Brüel & Kjær (modelo 3597 y micrófono Brüel & Kjær modelo 4184).
- Un sistema, para almacenar información, con GPS georreferenciando de manera exacta los sitios de mediciones.
- Un sistema de telecomunicaciones que permite enviar esos datos al servidor.
- Uso del modelo LIMA, el cual asigna a cada fuente un nivel de potencia sonora.
- Cada mapa fue integrado a un SIG, usando el ESRI Arcview versión 9. Esto permite la combinación del ruido con diversas capas.

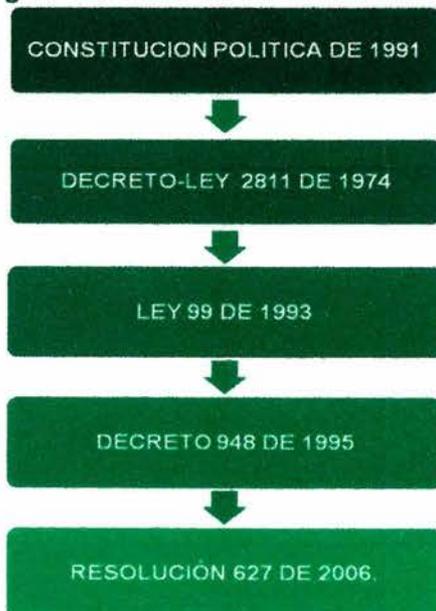
## 6. MARCO LEGAL

La contaminación acústica, se ha convertido en una problemática ambiental que cada día toma más importancia a nivel nacional e internacional. Por tal razón la normatividad aplicable para realizar control y seguimiento de esta temática es cada vez más común. A continuación se resumen algunas de estas normas a nivel nacional e internacional.

### 6.1 NORMATIVIDAD A NIVEL NACIONAL

A nivel nacional se tiene la siguiente normatividad que regula el tema de la contaminación auditiva y las mediciones de ruido ambiental y de emisión.

**Figura 1 Normatividad a nivel nacional**



Fuente. Autores, 2011.

- **Constitución política de 1991**

Rescata temas relacionados con la protección del medio ambiente y el derecho de la comunidad de gozar de un ambiente sano. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y

controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

- **Decreto-Ley 2811 de 1974**

Según el artículo 9, los recursos naturales y demás elementos ambientales deben ser utilizados en forma eficiente, para lograr su máximo aprovechamiento con arreglo al interés general de la comunidad y de acuerdo con los principios y objetos que orientan este código. Además, en sus artículos 3, 8, 33 y 75 establece al ruido como un aspecto a reglamentar, así como se plantean las condiciones y requisitos necesarios para preservar y mantener la salud y tranquilidad de las personas, mediante el control de ruido, originado en actividades industriales, comerciales, domésticas, deportivas, de esparcimiento, de vehículos de transporte, o de otras actividades análogas.

- **Ley 99 de 1993**

Por la cual se crea el Ministerio del 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 en materia ambiental.

- **Decreto 948 de 1995**

Se tienen en cuenta los Capítulos I "Contenido, objeto y definiciones", II "Disposiciones generales sobre normas de calidad del aire, niveles de contaminación, emisiones contaminantes y de ruido" y V "De la generación y emisión de ruido".

- **Resolución 627 de 2006.**

En esta se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental, así como los estándares para equipos de medida, las mediciones y los mapas de ruido.

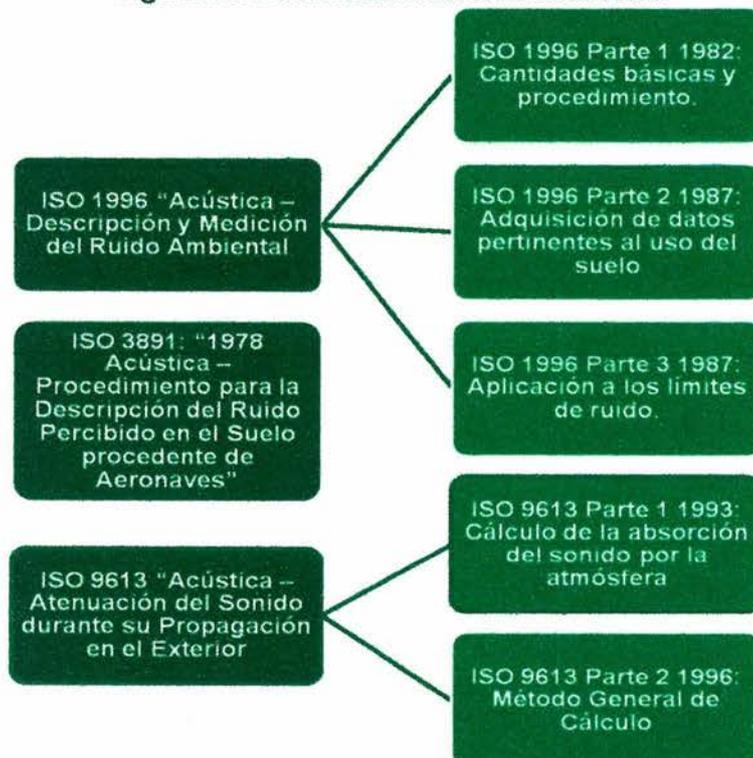
## 6.2 NORMATIVIDAD A NIVEL INTERNACIONAL

Las normas internacionales son importantes en la evaluación del ruido ambiental, ya sea por la directa utilización de estas o porque proporcionan bases y referencias para la elaboración de las normas nacionales.

La OMS recomienda que dentro de la legislación de los países en materia de ruido, se evalúen los niveles de presión sonora y se lleven a mapas de ruido que modelen el comportamiento de las ondas sonoras en el ambiente, esto con el fin de facilitarle a los organismos encargados de proteger el medio ambiente en cada país la elaboración e implementación de planes que garanticen la prevención y mitigación del impacto ambiental causado por la generación de ruido.

A continuación se resumen las principales normas a nivel internacional sobre mediciones de ruido ambiental y de emisión y temas similares.

**Figura 2 Normatividad a nivel internacional**



Fuente. Autores, 2011.

Las normas ISO ayudan a asegurar la definición de los procedimientos que hagan posible la comparación de resultados.

- **ISO 1996 - Acústica – Descripción y Medición del Ruido Ambiental**

Es una norma básica en la evaluación del ruido ambiental, sirviendo de referencia en este tema. Se divide en tres partes:

- ISO 1996 Parte 1 1982: Cantidades básicas y procedimiento. La NTC 3522, es la norma técnica colombiana idéntica a la norma internacional ISO 1996-1 y se titula “Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Cantidades básicas y procedimientos de evaluación”
- ISO 1996 Parte 2 1987: Adquisición de datos pertinentes al uso del suelo, en 1998 (fue modificada). La NTC 3520, es la norma técnica colombiana idéntica a la norma internacional ISO 1996-2
- ISO 1996 Parte 3 1987: Aplicación a los límites de ruido. Definen la terminología básica incluyendo el parámetro Nivel de Evaluación y describe las prácticas recomendadas para evaluar el ruido ambiental.

- **ISO 3891 - 1978 Acústica – Procedimiento para la Descripción del Ruido Percibido en el Suelo procedente de Aeronaves**

El tema tratado es cómo controlar el ruido de aeronaves (medición de ruido y su registro, procesamiento de datos e informe). De ella se espera que cubra la descripción del ruido de una aeronave percibido en el suelo, el monitoreo automático a largo y corto plazo del ruido de la aeronave y en la gestión del ruido en aeropuertos y usos del suelo.

- **ISO 9613 – Acústica – Atenuación del Sonido durante su Propagación en el Exterior**

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

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

## 7. MARCO TEÓRICO

### 7.1 GENERALIDADES DE ACÚSTICA

El sonido es cualquier variación de la presión en el aire que puede ser detectada por el oído humano. Por definición, el ruido es un sonido no deseado. Más particularmente, el ruido es un sonido molesto, para distinguirlo de los sonidos agradables. Cuando se dice no deseado conviene tener claro qué es lo que lo hace ser al ruido no deseable, o cuando se dice que es molesto, conviene cuantificar cual es el valor de la molestia, así como a quién molesta, a unos pocos, a muchos, cuánto tiempo, etc.

Cuando en un medio continuo cualquiera, como puede ser el aire, se produce una perturbación en la posición de equilibrio de algunas de sus partículas, dicha perturbación termina por percibirse en las demás zonas del medio, con un retraso y una amplitud relativa que dependen de las distancias y de los contornos geométricos. Este fenómeno de transmisión de perturbaciones se conoce como sonido. Puede decirse que el sonido es un tipo de alteración física en un medio (gas, líquido o sólido), que puede ser detectada por el oído humano. Se suele aplicar la denominación de ruido a aquellos sonidos desagradables o no deseados. El medio por el que viajan las ondas sonoras debe poseer masa y elasticidad, por tanto las ondas sonoras no se propagan en el vacío. Las ondas sonoras en el aire están causadas por las variaciones de presión por encima y por debajo del valor estático de la presión atmosférica. Estas variaciones de presión se originan de muchas maneras, por ejemplo:

- Por la vibración de una superficie, como puede ser la membrana de un altavoz o la carcasa de una maquina
- Por una corriente de aire fluctuante, como la que producen los álabes de una ventilador
- Por el vuelo supersónico de un avión, que crea ondas de choque.

Las ondas sonoras son resultados de la vibración de las moléculas de aire; y algunas alteran sus recorridos de acuerdo a las superficies con las que interactúan pudiéndose reflejar, reflejar, disipar, difractar, o ser interferidas o absorbidas.

### 7.1.1 Características de una onda

- **Periodo (T).** Es el tiempo (medido en segundos) que se requiere para completar un ciclo entero de su movimiento, desde su punto más alto, a su punto más bajo, y nuevamente a su punto más alto.
- **Frecuencia (f).** Es el número de oscilaciones que efectúa cualquier punto de la onda en un segundo. Su unidad de medida es Herzio (Hz).

$$f = \frac{1}{T}$$

- **Amplitud (A).** Es la máxima posición desde la posición de equilibrio hasta la cresta de la onda.
- **Longitud de onda ( $\lambda$ ).** Es la distancia entre dos puntos consecutivos de una onda que tienen el mismo estado de vibración. Se mide en metros y se designa con la letra griega Lambda.
- **Velocidad.** Es la velocidad con la que se propaga la onda en un determinado medio, esta es constante siempre y cuando no se varíen las condiciones del medio.

$$V = \sqrt{(B/\delta)}$$

### 7.1.2 Fenómenos de propagación del sonido

- **Reflexión.** Es el cambio de dirección que experimenta una onda cuando choca con un obstáculo.
- **Absorción.** Se presenta cuando una onda acústica incide sobre un material disipa la energía de la onda dentro del material debido a las pérdidas producidas por rugosidades y porosidades.

- **Transmisión.** Cuando una onda incide sobre una pared, parte de la onda es transmitida al otro lado.
- **Difracción.** Es el fenómeno que se da cuando la onda pasa cerca de un obstáculo o a través de un orificio se propaga experimentando un cambio de curvatura.
- **Refracción.** Es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio material a otro, experimentando un cambio en la velocidad de propagación. Este solo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios y si éstos tienen índices de refracción distintos.
- **Reverberación.** Es la persistencia del sonido en un ambiente debido a la energía de los modos y de las reflexiones, la cual decae gradualmente después de que se ha cesado de emitir sonido la fuente de excitación.

### 7.1.3 Cualidades del sonido

- **Intensidad.** Es la característica del sonido por el cual el oído distingue los sonidos fuertes y los sonidos débiles o que tan cerca o lejos esta una fuente sonora. Sus unidades son potencia por unidad de área ( $W/m^2$ ).

$$\vec{i}_{(t)} = P_{(t)} * \vec{u}_{(t)}$$

Donde:

$I_{(t)}$ : Vector intensidad sonora

$P_{(t)}$ : Presión sonora

$\vec{u}_{(t)}$ : Vector velocidad de las partículas en movimiento.

- **Tono o altura.** Es la característica del sonido por el cual una persona distingue los sonidos graves de los agudos. Está relacionado con la frecuencia del sonido: cuanto mayor sea la frecuencia más agudo es el sonido y si la frecuencia es baja, el tono es grave.

- **Timbre.** Es la cualidad que tienen dos objetos que emiten simultáneamente sonidos del mismo tono o intensidad de ser distinguidos el uno del otro. El número de variaciones de la presión por segundo es lo que se llama *frecuencia* del sonido, y se mide en *Hercios*(Hz). Cada frecuencia de un sonido produce un *tono* distinto. Se dice que un tono es grave cuando su frecuencia es baja (aproximadamente menor de 250 Hz), y que su tono es agudo cuando su frecuencia es superior a 2.000 Hz. Las frecuencias comprendidas entre ambas se denominan frecuencias medias.

#### 7.1.4 Percepción del sonido

El espectro normal de audición para un adulto joven sano va desde 20 Hz a 20.000 Hz (ó 20 KHz). El nivel de ruido se mide en decibelios (dB). El dB es una relación entre una cantidad medida y un nivel de referencia acordado. La escala en dB es logarítmica y utiliza 20 m Pa (Umbral auditivo) como nivel de referencia, es decir, 0 dB, de forma que el umbral sonoro del dolor se sitúa alrededor de 130 dB. La razón de usar escalas logarítmicas en acústica se debe al amplio rango de sonidos que el oído humano puede percibir, tanto en amplitud como en frecuencia. Además, el oído responde a los cambios de una forma no lineal, reacciona a un cambio logarítmico de nivel, en toda la escala de audición.

Cuando se requiere información más detallada sobre un sonido complejo, la gama de frecuencia de 20 Hz a 20 KHz se puede dividir en secciones o bandas. tener un *ancho de banda* de Estas *bandas* suelen *una octava* o de *untercio de octava*. Una octava es una banda de frecuencia donde la más alta es dos veces la frecuencia más baja. Este proceso de división de un sonido complejo se denomina análisis en bandas de frecuencia.

## 7.2 EQUIPOS DE MEDICIÓN DE RUIDO

Los instrumentos utilizados para medir el nivel de ruido se denominan *sonómetros* y proporcionan una indicación del nivel acústico (promediado en el tiempo) de las ondas sonoras que inciden sobre el micrófono. El nivel del sonido se visualiza normalmente sobre una escala graduada con un indicador de aguja móvil o en un indicador digital.

El oído no es igualmente sensible para todas las frecuencias. Por esta razón, incluso aunque el *nivel de presión acústica* de dos sonidos pueda ser el mismo, pueden interpretarse como de distinto nivel si uno de ellos presenta una mayor concentración en las frecuencias en que el oído es más sensible. Por esta razón se incorporan en los sonómetros *filtros de ponderación* en frecuencia que modifican la sensibilidad del sonómetro con respecto a las frecuencias que son menos audibles por el oído. Muchos sonómetros están provistos de diferentes filtros de ponderación sensibilidad-frecuencia.

La *escala de ponderación A* es la utilizada más frecuentemente. La escala A está internacionalmente normalizada y se ajusta su curva de ponderación a la respuesta del oído humano. Los valores de nivel acústico medidos con esta escala se conocen como  $dB(A)$ .

Hay otras escalas de ponderación utilizadas menos frecuentemente tales como la escala B, usada para sonidos de intensidad media, la escala C, usada para sonidos altos, y la escala D, usada para medida del ruido de aviones a reacción. Debido a su buen acuerdo con la respuesta subjetiva, la escala A, es la que se suele utilizar para todos los niveles, siendo relativamente poco frecuente el uso de las escalas B, C y D.

Frecuentemente, los sonidos emitidos por las fuentes de ruido fluctúan ampliamente durante un período de tiempo dado. Puede medirse un valor medio

del ruido durante dicho período conocido como *nivel de presión acústica equivalente* Leq. El Leq es el nivel equivalente de ruido continuo que suministrase la misma energía acústica que la del ruido fluctuante medido en el mismo período de tiempo.

### 7.3 VÍAS DE PROPAGACIÓN

El ruido puede transmitirse a través de múltiples vías. A través del aire o a través de un medio sólido en el que parte del sonido se reflejará, parte será absorbida, y el resto transmitido a través del objeto. La cantidad de sonido reflejado, absorbido o transmitido depende de las propiedades del objeto, su forma, del espesor y del método de montaje, así como del ángulo de incidencia y de la onda acústica incidente. La propagación del sonido en el aire depende principalmente del tipo de fuentes de ruido, de su distribución en el espacio y de la topografía, así como de las condiciones de la atmósfera en que se realiza la propagación. El nivel de intensidad sonora al alejarse de la fuente de ruido disminuye en 6 dB cada vez que se duplica la distancia a la fuente en un campo libre.

### 7.4 EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD HUMANA

La presencia de todo tipo de sonidos en las ciudades modernas es hoy tan común, que muchos hemos terminado por acostumbrarnos a ellos y cada vez percibimos menos las graves consecuencias físicas que esto nos acarrea. Las autoridades internacionales en salud coinciden en que la contaminación acústica presente en los espacios urbanos puede incidir negativamente en la calidad de vida, el bienestar y la salud de las personas, dependiendo de las características de exposición y de las fuentes generadoras del ruido.

A partir del reconocimiento de esta realidad, la física y la medicina han orientado sus investigaciones a determinar las repercusiones en los individuos expuestos a diferentes niveles de presión sonora, relacionando los parámetros medidos con sus efectos biológicos y fisiológicos.

García Sanz y Javier Garrido (2003) señalan que la diferencia del sonido como señal informativa y saludable, o como ruido indeseado y dañino, depende tanto de sus parámetros físicos objetivos medición de decibeles (dB) como de la modulación subjetiva que hace cada receptor, existiendo una enorme variabilidad individual que va desde los sujetos insensibles a los hipersensibles. Con base en las investigaciones más serias y de mayor rigor científico, se sabe que son varios los efectos en la salud humana atribuibles al ruido, siendo los más comunes o recurrentes algunas afecciones fisiológicas como la pérdida progresiva de la audición, cefaleas crónicas, trastornos de la presión arterial y del ritmo cardíaco, la posibilidad de sufrir infartos, la interferencia en la comunicación oral, alteraciones del sueño, estrés e irritabilidad, así como daños psicofisiológicos sobre la salud mental como alteraciones en la conducta y disminución de la capacidad de concentración, aprendizaje y rendimiento.

En las *Guías para el Ruido Urbano (Guidelines for Community Noise)* publicadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se describen con detalle las consecuencias de la contaminación acústica para la salud, entre las que podemos señalar brevemente las siguientes:

#### **7.4.1 Trastornos del sueño**

El ruido produce trastornos primarios durante las horas de sueño y efectos secundarios al día siguiente; esto es, los efectos primarios se presentan como dificultad o imposibilidad para conciliar el sueño, interrupción del sueño y alteración en la profundidad del sueño; y como consecuencia de lo señalado, se pueden producir cambios en la presión arterial y arritmia cardíaca, vasoconstricción, variación en el ritmo respiratorio, y sobresaltos corporales.

En el caso de que el ruido no sea continuo, sino intermitente (por ciclos) o un ruido impulsivo, la probabilidad de despertar aumenta con el número de eventos por noche, disminuyendo la calidad del sueño.

Los efectos secundarios o posteriores se presentan a la mañana siguiente o incluso puede prolongarse por varios días en personas hipersensibles; tales efectos son por ejemplo, fatiga, depresión y reducción del rendimiento. Si estas situaciones se prolongan por días, el equilibrio físico-psicológico se verá seriamente perturbado.

La OMS indica que para tener un descanso apropiado el nivel de sonido equivalente no debe exceder de 30 dB para el ruido continuo de fondo y, para el caso de ruido producido por fuentes fijas individuales, no debe superar los 45 dB.

#### **7.4.2 Efectos sobre las funciones fisiológicas.**

De acuerdo con la OMS, *«La exposición al ruido puede tener un impacto permanente sobre las funciones fisiológicas de los trabajadores y personas que viven cerca de aeropuertos, industrias y calles ruidosas. Después de una exposición prolongada, los individuos susceptibles pueden desarrollar efectos permanentes, como hipertensión y cardiopatía asociadas con la exposición a altos niveles de sonido. La magnitud y duración de los efectos se determinan en parte por las características individuales, estilo de vida y condiciones ambientales. Los sonidos también provocan respuestas reflejo, en particular cuando son poco familiares y aparecen súbitamente.»*

Asimismo, señala que la exposición de largo plazo al ruido del tránsito con valores de 65 a 70 dB y en periodos de exposición de 24 horas, también puede inducir padecimientos cardiovasculares como la hipertensión, siendo la cardiopatía isquémica la afección más seria que se puede presentar.

#### **7.4.3 Interferencia con la comunicación oral.**

La comprensión en una conversación normal depende del nivel sonoro emitido al hablar, de la entonación en la pronunciación, de la distancia entre el parlante e interlocutor, del nivel y las características del ruido de fondo o circundante y de la

agudeza auditiva y capacidad de atención de los parlantes. El nivel de presión sonora de la comunicación oral normal es de 50 a 55 dB a un metro de distancia, y las personas que hablan en voz alta o a gritos, pueden emitir presiones acústicas de 75 u 80 dB. La voz hablada es inteligible cuando su intensidad supera al ruido de fondo en 15 dB pero, en medios acústicos en los que el ruido supera los 40 dB, se empieza a dificultar la comunicación oral y a partir de los 65 dB la comunicación obliga a elevar la voz. El ruido interfiere en la comunicación hablada a tal grado que en muchas ocasiones constituye una seria limitante social y en ocasiones genera problemas de personalidad y cambios en la conducta. Las investigaciones demuestran que los grupos particularmente vulnerables por interferencias auditivas son las personas de la llamada tercera edad y los niños en el proceso de adquisición de la lengua.

#### **7.4.4 Efectos sobre la audición.**

La deficiencia auditiva o pérdida progresiva de la audición es el riesgo más grave que puede sufrir el ser humano expuesto a elevados niveles de presión acústica. La OMS señala que las personas con mayor riesgo de sufrir deficiencia auditiva son las expuestas a niveles de ruido por arriba de 75 dB, en ambientes laborales y con periodos de exposición superiores a ocho horas.

Se considera que las personas expuestas al ruido ambiental por periodos hasta de 24 horas y un nivel menor de 70 dB, no sufrirán pérdida de la audición. No obstante, todavía no existe una confirmación de los efectos aquí indicados basada en hechos experimentales, dado que los efectos perjudiciales de la exposición a niveles de ruido elevados se detectan a largo plazo.

#### **7.4.5 Niveles de exposición al ruido máximos recomendados.**

La Oficina de Reducción y Control del Ruido de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA por sus siglas en inglés) publicó, en 1974, el documento denominado: *Informe sobre los Niveles de Ruido*

*Ambiental Recomendados para Proteger el Bienestar y la Salud Pública con un Adecuado Margen de Seguridad.* En este documento se establece que la pérdida de la audición o deficiencia auditiva puede ocurrir a partir de la exposición a niveles de energía acústica mayores a 70 dB en periodos de 24 horas. Por su parte, la Organización Mundial de la Salud elaboró en 1997 las *Guías para el Ruido Urbano (Guidelines for Community Noise)*, en donde se encuentra una tabla con los valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos y sus efectos críticos sobre la salud; aquí, es claro que sonidos superiores a los 35 dB interfieren notablemente en la comunicación oral, en el proceso de aprendizaje y desde luego contribuyen a padecimientos relacionados con el trastorno del sueño.

En la siguiente tabla se muestran los valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos según la Organización Mundial de la Salud

**Tabla 1. Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos**

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

Fuente: OMS. *Guidelines for Community Noise*, 1997

## 7.5 AISLAMIENTO, APANTALLAMIENTO Y SILENCIADORES

### 7.5.1 AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

El *aislamiento* del sonido consiste en impedir la propagación del mismo por medio de obstáculos más o menos reflectores, en cambio *absorción* es la disipación de energía en el interior del medio de propagación. Es pues muy importante distinguir entre el aislamiento y acondicionamiento acústico.

El aislamiento acústico consiste en conseguir que la energía que atraviesa una barrera sea lo más baja posible, lo que supone el instalar materiales que tengan una impedancia lo más diferente posible a la del medio que conduce el sonido. Así, si la transmisión se realiza a través del aire, las barreras deberán ser de materiales densos y pesados. El aislamiento de un elemento constructivo es función de sus propiedades mecánicas y de la denominada *Ley de Masas*, por la cual al aumentar de masa al doble, supone un incremento de 6 dB(A) en el aislamiento acústico.

Cuando las ondas sonoras entran en contacto directo con la estructura del edificio, transmitiendo la excitación a esta, se habla de *ruido estructural* o de *impacto*. Estos serán ruidos generados por el impacto entre sólidos tales como la caída de objetos al suelo, pisadas, etc.

El acondicionamiento acústico se debe tener muy en cuenta en la construcción y restauración de Iglesias, Teatros, Auditorios, Bibliotecas, etc., en definitiva en todo tipo de recintos donde se va necesitar de una buena inteligibilidad de la palabra o una buena audición de la música para su normal funcionamiento.

### 7.5.2 PANTALLAS ACÚSTICAS

Para evitar la transmisión de las ondas sonoras en campo libre, se puede intercalar un apantallamiento entre el emisor y el receptor.

Existen muchas variantes de apantallamientos, plantaciones vegetales, *pantallas acústicas* propiamente dichas, etc.

---

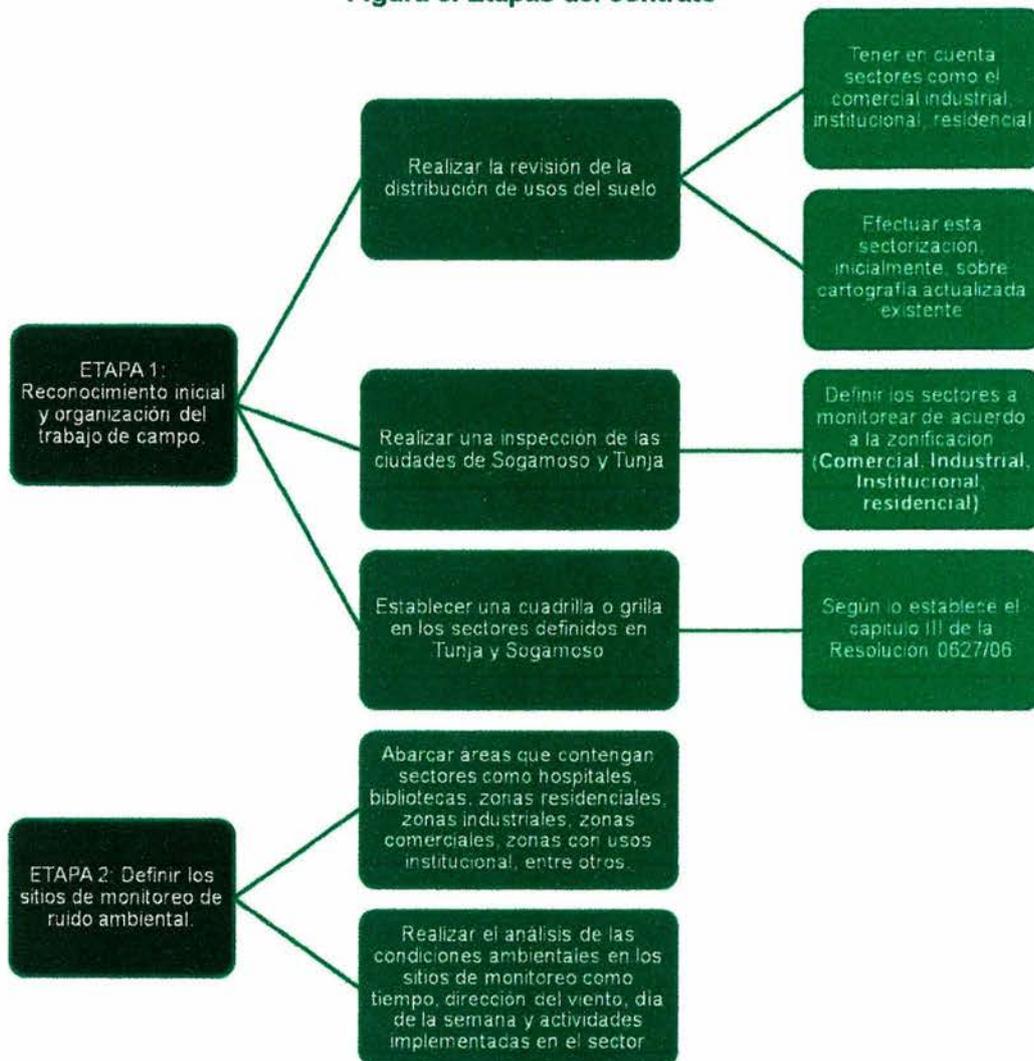
### 7.5.3 SILENCIADORES

Para atenuar la propagación de las ondas sonoras que acompañan un flujo de aire o gas en movimiento sin impedir el paso de estos, se utilizan *silenciadores*. Estos suelen estar formados principalmente por un material absorbente que disipa la energía acústica transmitida a través del silenciador juntamente con el flujo del fluido o en los silenciadores en los que la atenuación se debe principalmente a la geometría interna del silenciador, es decir, a las formas y volúmenes de los recintos interiores.

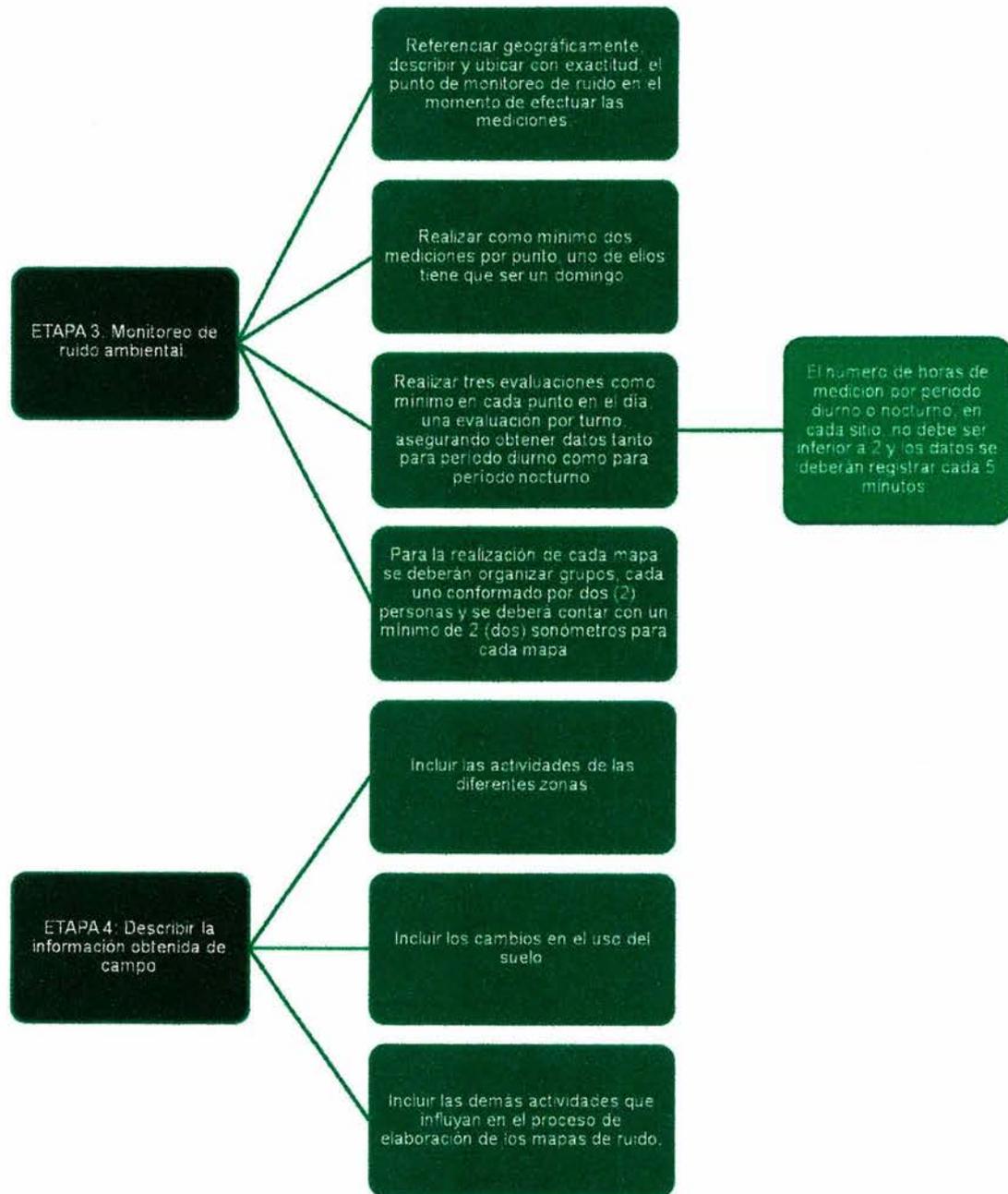
## 8. METODOLOGÍA

En la siguiente figura se muestra un resumen de las etapas y las actividades a desarrollar en cada una de estas, según lo definido en la propuesta técnica.

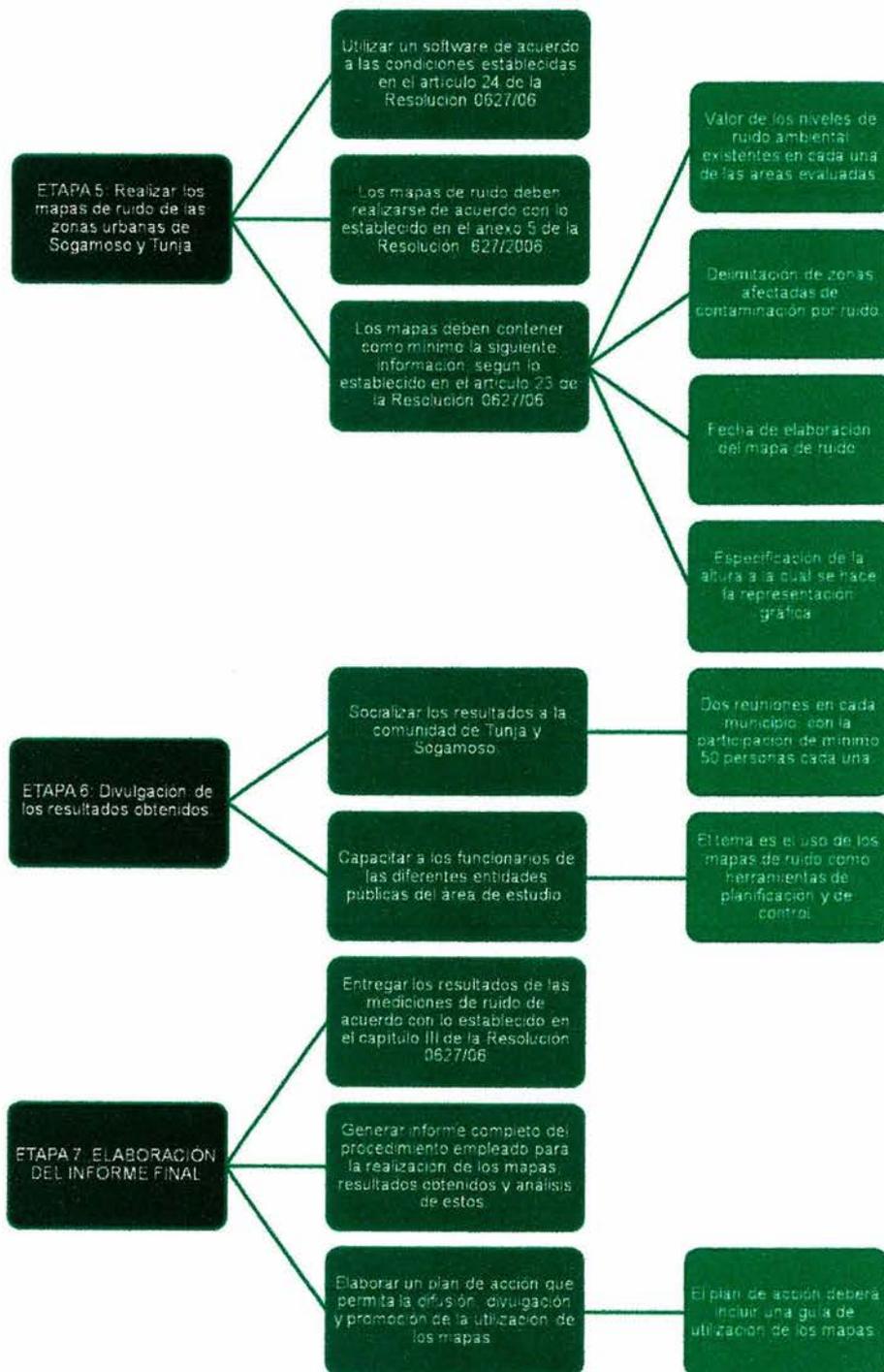
**Figura 3. Etapas del contrato**



Continuación...



Continuación...



Fuente: Autores, 2011

## 8.1 ETAPA 1: RECONOCIMIENTO INICIAL Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.

En esta etapa se realizará el diseño del plan de trabajo para el desarrollo del Contrato de Consultoría No. 2010001, el reconocimiento inicial y la planeación del trabajo de campo de monitoreo de ruido. Las actividades específicas se muestran a continuación:

- Diseñar el Plan de trabajo para el desarrollo del Contrato de Consultoría No. 2010001.
- Realizar una inspección de las ciudades de Sogamoso y Tunja, definiendo los sectores a monitorear de acuerdo a la zonificación (Comercial, Industrial, Institucional, residencial).
- Realizar la revisión de la distribución de usos del suelo, teniendo en cuenta sectores como el comercial, industrial, institucional, residencial, entre otros. A partir de este parámetro se efectúa la sectorización inicial, sobre cartografía actualizada existente.
- Establecer la cuadrilla o grilla en los sectores definidos en Tunja y Sogamoso, según lo establece el Capítulo III de la Resolución 0627/06.

## 8.2 ETAPA 2: DEFINIR LOS SITIOS DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.

En esta etapa se realizará la definición de los sitios a monitorear de acuerdo al reconocimiento de los municipios de estudio, las actividades específicas se muestran a continuación:

- Realizar el análisis de las condiciones ambientales en los sitios de monitoreo como tiempo, dirección del viento, día de la semana y actividades implementadas en el sector. La definición de las áreas a monitorear abarcará áreas que contengan sectores como hospitales, bibliotecas, zonas residenciales, zonas industriales, zonas comerciales, zonas con uso institucional, entre otros.

### 8.3 ETAPA 3: MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.

En esta etapa, se realizarán los monitoreos en la zona de estudio con el fin de obtener los datos pertinentes para la elaboración de los mapas de ruido, las actividades específicas se muestran a continuación:

- Organizar los grupos de monitoreo en campo, cada uno conformado por dos (2) personas y se contará con un mínimo de 2 (dos) sonómetros para cada mapa.
- Referenciar geográficamente los municipios de estudio, mediante la descripción y ubicación con exactitud de los puntos de monitoreo de ruido en el momento de efectuar las mediciones.
- Realizar como mínimo dos mediciones por punto, uno de ellas el domingo, así mismo realizar tres evaluaciones como mínimo en cada punto en el día, una evaluación por turno, asegurando obtener datos tanto para período diurno como para período nocturno, el número de horas de medición por periodo diurno o nocturno, en cada sitio, no serán inferior a 2 y los datos se registrarán cada 5 minutos.

### 8.4 ETAPA 4: DESCRIBIR LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE CAMPO.

En esta etapa, se realizará la recopilación y análisis de la información obtenida de los monitoreos efectuados en la zona de estudio, las actividades específicas se muestran a continuación:

- Realizar la recopilación y análisis de la información obtenida de los monitoreos efectuados, incluyendo las actividades de las diferentes zonas, los cambios en el uso del suelo y las demás actividades que influyan en el proceso de elaboración de los mapas de ruido.

### 8.5 ETAPA 5: REALIZAR LOS MAPAS DE RUIDO DE LAS ZONAS URBANAS DE SOGAMOSO Y TUNJA.

En esta etapa, se elaboraran los mapas de ruido de los municipios de estudio, las actividades específicas se muestran a continuación:

- Elaborar los mapas de ruido de la zona urbana de los municipios de Tunja y Sogamoso, utilizando un software de acuerdo a las condiciones establecidas en la Resolución 0627/06. Los mapas contendrán la información pertinente al valor de los niveles de ruido ambiental existentes en cada una de las áreas evaluadas, delimitación de zonas afectadas de contaminación por ruido, la especificación de la altura a la cual se hace la representación gráfica, entre otros.

### **8.6 ETAPA 6: DIVULGACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.**

En esta etapa, se divulgarán los resultados obtenidos de la elaboración de los mapas de ruido, las actividades específicas se muestran a continuación:

- Elaboración del plan de acción que permita la difusión, divulgación y promoción de la utilización de los mapas.
- Socializar los resultados a la comunidad de Tunja y Sogamoso, mediante dos reuniones en cada municipio, con la participación de la comunidad.
- Capacitar a los funcionarios de las diferentes entidades públicas del área de estudio en el tema del uso de los mapas de ruido como herramientas de planificación y de control.

### **8.7 ETAPA 7: ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL.**

En esta etapa, se realizará el informe final pertinente a la elaboración de los mapas de ruido, las actividades específicas se muestran a continuación:

- La entrega de los resultados de las mediciones de ruido de acuerdo con lo establecido en el capítulo III de la Resolución 0627/06.
- Realización del informe completo del procedimiento empleado para la realización de los mapas, resultados obtenidos y análisis de estos.

## 9. ETAPA 1 Y 2: RECONOCIMIENTO INICIAL, ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO Y DEFINIR LOS SITIOS DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.

### 9.1 CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO

#### 9.1.1 LOCALIZACIÓN

El municipio de Sogamoso se localiza en la parte central del Departamento de Boyacá, en la Provincia de Sugamuxi; entre las coordenadas N = 1.109.000 – 1.130.000 m: E = 1.122.000 – 1.145.000 m.

Limita al norte con los municipios de Nobsa y Tópaga; al oriente con los municipios de Tópaga, Monguí y Aquitania; al sur con los municipios de Aquitania, Cuitiva e Iza; y al occidente con los municipios de Tibasosa, Firavitoba e Iza.

El municipio tiene un área de 208.54 Km<sup>2</sup> con una altitud entre los 2.500 msnm. y los 4.000 msnm.

El Municipio esta conformado a nivel rural por 17 veredas, las cuales son: La Manga, San José, La Ramada, Pantanitos, Siatame, Morcá, Ombachita, Villita - Mal Paso, Monquirá, Vanegas, Mortiñal, Pilar - Ceibita, Pedregal, 1<sup>a</sup> Chorrera, 2<sup>a</sup> Chorrera, Las Cintas y Las Cañas.

Según la división actual de corregimientos (Acuerdo 08-98), en la que intervienen factores ambientales homogéneos, factores de producción y de asentamientos humanos, el Municipio esta conformado por tres corregimientos: Corregimiento del Valle, Corregimiento de Vertiente y Corregimiento de Páramo.

A nivel urbano se subdivide en 67 barrios de los cuales 27 están conformados mediante Acuerdo Municipal y los restantes se han constituido de hecho. Según

el Acuerdo 08-98 se subdivide en cuatro comunas: central, sur-oriental, sur-occidental y norte.

### **9.1.2 GEOMORFOLOGÍA**

El municipio ocupa una posición privilegiada desde el punto de vista fisiográfico ecológico, pues su territorio hace parte de dos grandes cuencas hidrográficas: Magdalena y Orinoco con afluentes como el Rio Sogamoso o Chicamocha, Upia, Cusiana, Cravo Sur y Meta. El paisaje tiene su origen en dos grandes eventos: Por un lado la serie de acumulación de sedimentos provenientes del Rio Sogamoso o Chicamocha que formo la actual planicie y por otro el levantamiento cordillerano que trajo como resultado una serie de plegamientos y fallamientos. La planicie corresponde al actual Valle de Iraca, este se ubica en el extremo norte y noreste del área municipal; en ella se encuentra la zona urbana. En la montaña mayor parte del territorio municipal, se distinguen dos grandes unidades de origen glaciárico y no glaciárico.

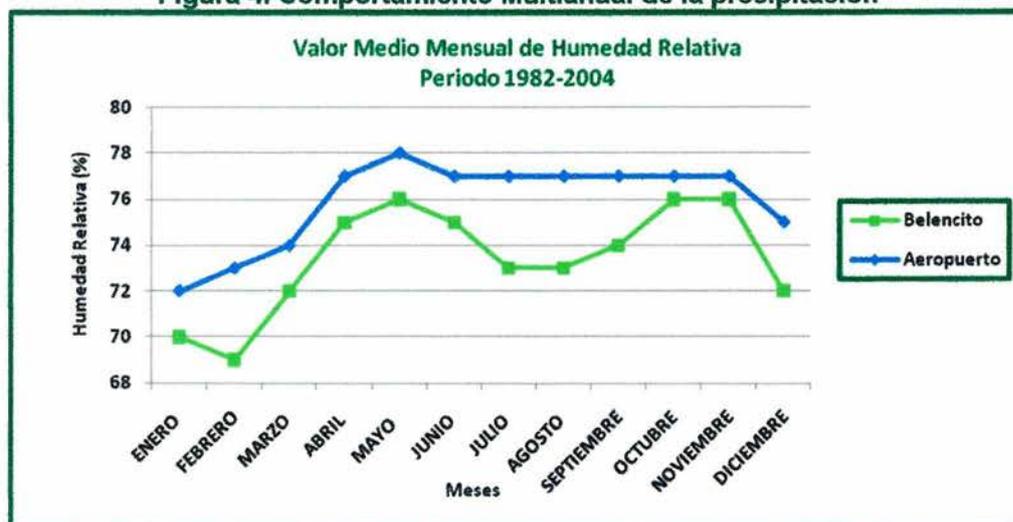
### **9.1.3 CLIMATOLOGÍA**

Los registros muestran que el comportamiento de la precipitación en la zona del Valle de Sogamoso es de tipo Bimodal, encontrando los periodos secos en los meses de diciembre, enero, febrero, junio, julio y agosto y los periodos húmedos en los meses de marzo, abril mayo, septiembre, octubre y noviembre. El régimen de precipitación esta directamente influenciado por la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT).

En el mes de enero se registra la menor precipitación con un valor medio de 17,8mm en el aeropuerto y 28,9mm en Belencito durante marzo, abril y mayo se va incrementando la precipitación con un valor medio de 97,8mm en el Aeropuerto y 103,6mm en Belencito, en estos meses es donde se observa el primer pico de las precipitaciones para las dos estaciones, durante los siguientes meses junio julio y agosto la precipitación disminuye con un valor medio entre 39,8 y 55,1mm;

finalmente para los meses de septiembre a noviembre se registra nuevamente un aumento en la precipitación con un valor máximo de 97,4mm en el aeropuerto y de 104,8 en Belencito y por ultimo en el mes de diciembre desciende drásticamente la precipitación con valores medios de 27,2 para el aeropuerto y 39,9 en Belencito.

**Figura 4. Comportamiento Multianual de la precipitación**



Fuente. Autores, 2011.

**Tabla 2. Comportamiento precipitación municipio de Sogamoso**

MES	Aeropuerto			Belencito		
	Medios	Máximos	Mínimos	Medios	Máximos	Mínimos
ENERO	17,8	82,5	0	28,9	115,5	0
FEBRERO	32	76,1	4,5	39,9	132	0
MARZO	62,7	146,7	8,7	73	176,4	3
ABRIL	97,8	194	15,3	103,6	219,2	5,7
MAYO	89,1	155,2	38,5	95,8	198,3	40,9
JUNIO	51,5	112,4	18	55,1	158,2	24,9
JULIO	47	89,2	20,4	47,1	83,6	15,5
AGOSTO	41,9	119,1	8,3	39,8	96,5	4,9
SEPTIEMBRE	66,3	134,7	22,1	64,1	152,9	12
OCTUBRE	97,4	223,5	16,7	104,8	228,9	30,7
NOVIEMBRE	80,2	169,9	15,4	87,8	220,9	13,7
DICIEMBRE	27,2	71,5	0	39,9	111,5	0,2

Fuente. Autores, 2011.

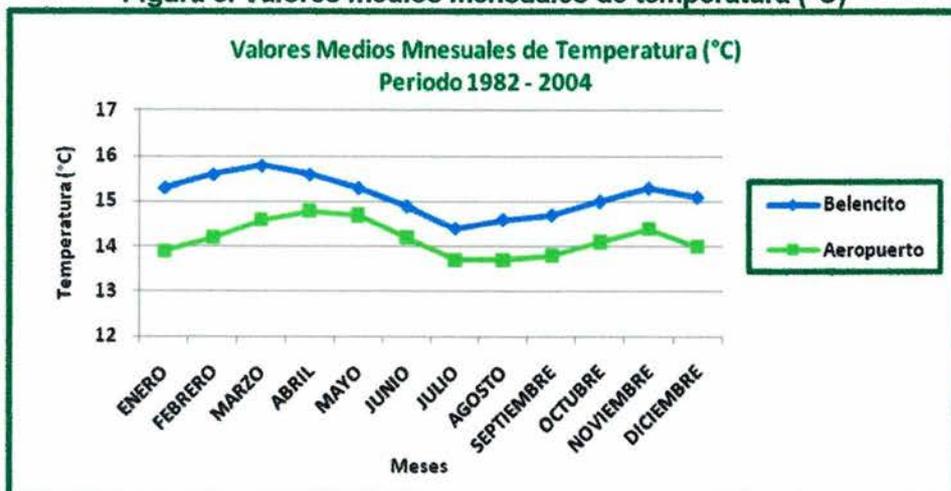
### 9.1.3.1 Temperatura

Sobre los cambios de temperatura actúan la altura del terreno sobre el nivel del mar, entre más alto este un lugar del nivel del mar más baja será la temperatura y

viceversa, otro factor de importancia es el número de horas de sol que se presenta en un lugar determinado.

Las temperaturas del valle de Sogamoso oscilan entre 13,7 y 15,8°C para las dos estaciones. Los valores medios mínimos de temperatura se encuentran entre los meses de junio y septiembre en las dos estaciones con un valor medio de 13,7°C en el aeropuerto y 14,4°C en Belencito. Los meses que presentan los valores medios mayores están entre marzo y mayo en el primer semestre y noviembre para el segundo semestre en la estación del aeropuerto con un valor máximo medio de 14,8°C y de febrero a abril para la estación de belencito con un valor medio de 15,8°C. La temperatura media presenta una misma tendencia en las dos estaciones, sin embargo la estación de Belencito presenta valores más altos que los reportados en el aeropuerto.

Figura 5. Valores medios mensuales de temperatura (°C)



Fuente. Autores, 2011.

Tabla 3. Valores mensuales de temperatura municipio de Sogamoso

MES	Aeropuerto			Belencito		
	Medios	Máximos	Mínimos	Medios	Máximos	Mínimos
ENERO	13,9	14,7	12,8	15,3	18,4	14,4
FEBRERO	14,2	15,9	13,3	15,6	18,2	14,3
MARZO	14,6	16	13,7	15,8	17,4	14,3
ABRIL	14,8	16,6	13,9	15,6	17	14
MAYO	14,7	15,6	13,9	15,3	17	14,1
JUNIO	14,2	14,9	13,3	14,9	15,9	13,6
JULIO	13,7	14,6	13	14,4	15,6	13,6
AGOSTO	13,7	14,3	12,8	14,6	15,7	13,7

MES	Aeropuerto			Belencito		
	Medios	Máximos	Mínimos	Medios	Máximos	Mínimos
SEPTIEMBRE	13,8	14,5	13	14,7	15,9	13,5
OCTUBRE	14,1	14,9	13,4	15	16,3	14,1
NOVIEMBRE	14,4	15,4	13,9	15,3	16,8	14,5
DICIEMBRE	14	14,9	13	15,1	17,6	14,1

Fuente. Autores, 2011.

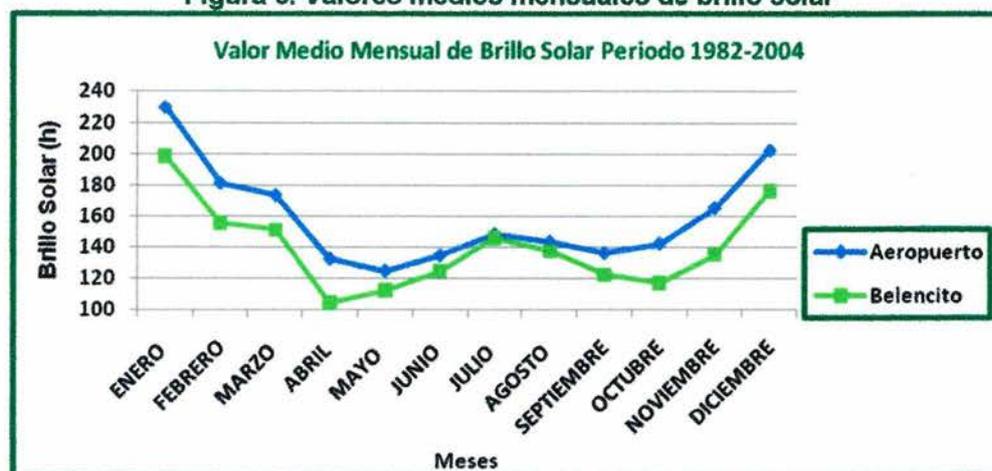
### 9.1.3.2 Brillo solar

Está relacionado con el número de horas de brillo solar que incide sobre la zona y presenta una influencia significativa sobre la evaporación, la precipitación y la humedad relativa.

El valor medio mensual del Brillo solar se encuentra entre 104 y 230 horas para las dos estaciones. Los valores máximos de brillo solar se encuentran a principios y final de año, y los registros menores en los meses de abril, mayo, septiembre y octubre. Al relacionar el brillo solar con la precipitación se evidencia que en los meses de mayor brillo solar encontramos los registros más bajos de precipitación, y en los registros de menor brillo solar las precipitaciones más altas.

En la estación del aeropuerto se registran valores medios mayores que en Belencito durante la mayor parte del año, en julio y agosto se ve una similitud en los valores.

Figura 6. Valores medios mensuales de brillo solar



Fuente. Autores, 2011.

**Tabla 4. Valores mensuales de brillo solar Periodo 1982-2004**

MES	Aeropuerto			Belencito		
	Medios	Máximos	Mínimos	Medios	Máximos	Mínimos
<b>ENERO</b>	230,2	275,1	150,4	198,4	235,7	110
<b>FEBRERO</b>	181,4	229,6	116,9	155,7	207,8	108,4
<b>MARZO</b>	173,7	213,5	119	151,3	216,9	109,3
<b>ABRIL</b>	132,2	169,6	99,2	104,7	143,9	41,5
<b>MAYO</b>	124,7	163,6	103,5	112,7	163,5	67,2
<b>JUNIO</b>	134,6	180,5	103	124,8	167,2	89,9
<b>JULIO</b>	148,6	174,6	82,6	146,1	170	113,7
<b>AGOSTO</b>	143,5	171,8	100,5	137,8	174,7	95,9
<b>SEPTIEMBRE</b>	136,1	171,3	101,6	122,7	164,2	75,6
<b>OCTUBRE</b>	142,3	204,8	96,2	117,3	155	83,1
<b>NOVIEMBRE</b>	165,3	206	111,6	135,1	181,2	94,3
<b>DICIEMBRE</b>	202,5	251,8	144,1	176,2	244,3	99,4

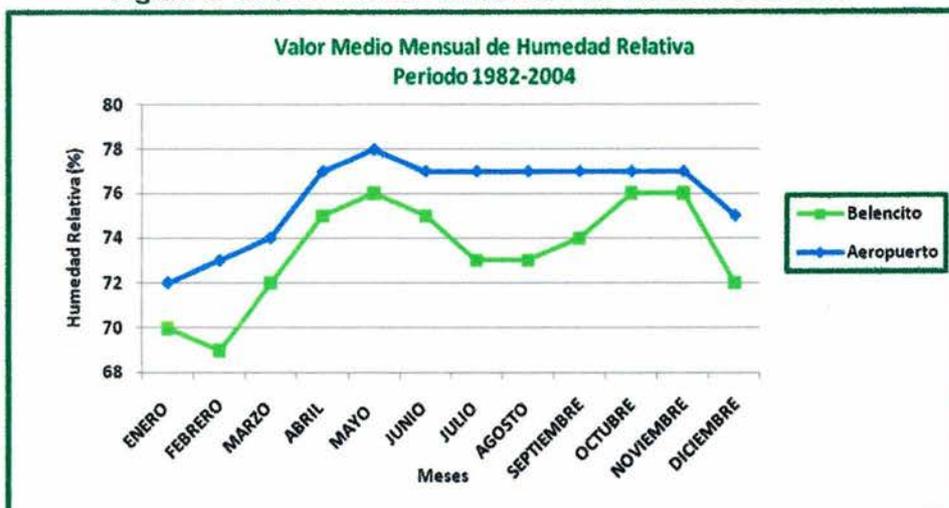
Fuente. Autores, 2011.

### 9.1.3.3 Humedad relativa

Se define como la relación en porcentaje de la cantidad actual de vapor de agua contenido en un cierto volumen de aire, con la cantidad máxima que podría contener a la misma temperatura si estuviese saturado. Se expresa en porcentaje (%).

La humedad relativa media se mantiene en general durante todo el año entre 69% y 78% tanto para la estación del aeropuerto como para la de Belencito. El mes que registra un valor medio mayor de humedad relativa es mayo para la estación del aeropuerto con un valor de 78% y para belencito se encuentran los mayores valores para los meses de mayo, octubre y noviembre. El mes que presenta un menor valor promedio de humedad relativa es enero para el aeropuerto y febrero para Belencito.

Figura 7. Valores medios mensuales de Humedad Relativa



Fuente. Autores, 2011.

Tabla 5. Valores mensuales de Humedad Relativa Municipio de Sogamoso

MES	Aeropuerto			Belencito		
	Medios	Máximos	Minimos	Medios	Máximos	Minimos
ENERO	72	80	67	70	86	50
FEBRERO	73	80	68	69	84	53
MARZO	74	81	65	72	81	61
ABRIL	77	83	71	75	86	65
MAYO	78	84	73	76	87	65
JUNIO	77	82	72	75	84	67
JULIO	77	83	72	73	86	55
AGOSTO	77	83	69	73	86	58
SEPTIEMBRE	77	82	69	74	87	63
OCTUBRE	77	84	70	76	86	64
NOVIEMBRE	77	82	70	76	89	63
DICIEMBRE	75	81	66	72	86	56

Fuente. Autores, 2011.

### 9.1.4 HIDROGRAFÍA

El sistema hidrográfico que se encuentra dentro del municipio hace parte de dos grandes cuencas, la del Río Magdalena y la del Río Orinoco. Entre otras fuentes hídricas en el municipio están el Río Monquirá (cuenca más importante del municipio), Río Chiquito y Río Cusiana y las quebradas Las Torres, Pedregal, Hato Laguna, Honda, Ceibita, Rehoya, El Hatillo, La Chorrera, La Unión, El Vino, El Ahorcado, Ruchical, Los Amarillos, Llano Grande, La Colorada y La Laguna.

### 9.1.5 DEMOGRAFÍA

El municipio de Sogamoso registra una población de 114509 habitantes y una densidad de 798 hab/km<sup>2</sup>; de los cuales 94993 habitantes pertenecen a la cabecera municipal y cuenta con un total de 54528 hombres y 59981 mujeres según el censo realizado por el DANE en el año 2005. Esta es la segunda ciudad más poblada después de Tunja y por arriba de Duitama por menos de 10000 habitantes.

**Tabla 6. Población proyectada 2005-2008**

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
117.094	116.946	116.718	116.435	115.686	115.686	114.942

Fuente: Plan de Desarrollo Sogamoso periodo 2008-2011

### 9.1.6 ECONOMÍA

La ubicación geográfica de Sogamoso define, en gran medida, su posicionamiento como centro comercial y prestador de servicios, tanto a los municipios aledaños pertenecientes a la Provincia de Sugamuxi, como al departamento de Boyacá en orden a una serie de proyectos de carácter estratégico, y al departamento de Casanare, con el cual se mantienen múltiples nexos económicos, sociales y culturales. Su actividad productiva se soporta en un amplio aparato que comprende actividades industriales, mineras y, particularmente, de comercio y de prestación de una amplia gama de servicios sociales, personales y comunitarios.

Según información del Censo de Población y Vivienda del año 2005, la economía sogamoseña se encontraba conformada por un total de 7.824 Unidades Económicas, cuya distribución por actividad es la siguiente: 4.411 establecimientos de comercio; 2.260 establecimientos de servicios, incluidas las actividades de construcción; 730 industrias; 295 establecimientos dedicados a otras actividades económicas; y 89 Unidades Económicas Auxiliares, entre las cuales se agrupa una Gerencia y 88 más entre bodegas, puntos de venta o distribución, talleres de mantenimiento, centros de atención al cliente (servicios y/o orientación) y otras similares. Adicionalmente fueron contabilizadas un total de 39

Unidades Económicas que no suministraron la información relacionada con la actividad económica que desarrollaba cada una.

**Tabla 7. Unidades económicas censadas –año 2005**

Zona	Industria	Comercio	Servicios	Otras Actividades	Unidades Aux Tipo Gerencia	Otras Unidades Aux	Desocupada	No informa	Total
Cabecera	698	4.242	2.192	247	1	88		32	7.500
Centro Poblado	2	14	2	1					19
Resto Rural	30	155	66	47				7	305
<b>TOTALES</b>	<b>730</b>	<b>4.411</b>	<b>2.260</b>	<b>295</b>	<b>1</b>	<b>88</b>		<b>39</b>	<b>7.824</b>
Participación	9,33%	56,38%	28,89%	3,77%	0,01%	1,12%		0,50%	100%

Fuente: Plan de Desarrollo Sogamoso periodo 2008-2011

Por su parte, el sector agrícola registraba para el año 2005 un número total de 1.577 unidades, asociadas con la vivienda rural, en las cuales predominan cultivos tradicionales como papa, maíz, arveja, frijol, cebolla cabezona, entre los más importantes, tanto en número como en áreas sembradas y cosechadas.

**Tabla 8. Unidades Agrícolas Censadas- Año 2005**

Cultivos	Unidades	Participación Porcentual
<b>Solo</b>	<b>1.411</b>	<b>89,47%</b>
Papa	525	33,29%
Maíz	506	32,21%
Arveja	79	5,01%
Cebolla Cabezona	69	4,38%
Haba	66	4,19%
Trigo	44	2,79%
Frijol	20	1,27%
Cebolla larga	14	0,89%
Otros (Hortalizas, cereales, flores y frutos)	86	5,45%
<b>Asociados</b>	<b>166</b>	<b>10,53%</b>
Maíz-frijol	77	4,88%
Maíz-papa	56	3,55%
Arveja-papa-haba	17	1,08%
otros cultivos asociados	16	1,01%
<b>Total</b>	<b>1.577</b>	<b>100%</b>

Fuente: Plan de Desarrollo Sogamoso periodo 2008-2011

Las actividades económicas del municipio de Sogamoso se complementan con el sector de la minería, conformado por un total de 369 minas, 84% de las cuales se encontraban activas para el año 2005. En este sector, sobresale la producción de carbón, arcillas, arenas, recebo y roca fosfórica, cuya característica general es

la pequeña minería en la que predomina una baja escala de producción, asociada con unos niveles mínimos de subsistencia.

**Tabla 9. Número de explotaciones mineras y Estado de actividad- Año 2005**

Minerales	Abandonadas	Inactivas	Activas	Total Minas
Total	10	49	310	369
Carbón	10	9	111	130
Arcilla		10	152	162
Arena		24	25	49
Roca Fosfórica		2	17	19
Recebo		4	5	9

Fuente: Plan de Desarrollo Sogamoso periodo 2008-2011

La agrupación sectorial de la totalidad de unidades económicas y agrícolas censadas por el DANE en el año 2005 y las incluidas en el Inventario Minero levantado para este mismo año, revela que el mayor número se concentra en el sector terciario, principalmente en los subsectores comercio y servicios, el cual representa el 71,29% del total de unidades económicas.

En seguida, por número de unidades, se destaca la participación del sector primario que incluye todas las actividades agrícolas y participa con el 16,14% del total calculado para el año 2005.

Es importante aclarar que en este sector se incluyen la actividad pecuaria que también está presente en el municipio, y de la cual no se cuenta con información de fuente oficial que permita su real caracterización, ya que su explotación, en el mayor de los casos, está asociada con las actividades agrícolas. Por consiguiente, se entiende que un altísimo porcentaje de las unidades económicas correspondientes al subsector pecuario, están contempladas en el consolidado de unidades agrícolas.

En último lugar, se encuentra ubicado el sector secundario que agrupa el 12,17% del total de unidades económicas existentes en el municipio de Sogamoso en el año 2005, complementado con un 0,40% correspondiente a otras unidades

económicas no clasificadas en ninguno de los estos sectores (aquellas que no informan).

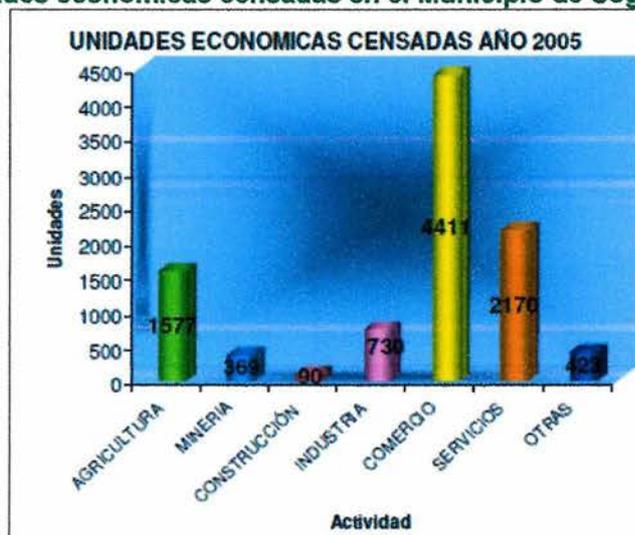
**Tabla 10. Unidades económicas por sectores y actividades Año 2005**

SECTORES Y ACTIVIDADES	Numero Unidades Productivas	Total Unidades por Sector
<b>Sector Primario</b>		<b>1.577</b>
Agricultura	1.577	
<b>Sector Secundario</b>		<b>1.189</b>
Minería	369	
Industria	730	
Construcción	90	
<b>Sector Terciario</b>		<b>6.965</b>
Comercio	4.411	
Servicios	2.170	
Otras Actividades	295	
Unidades Auxiliares	89	
<b>Otras No Clasificadas</b>		<b>39</b>
Unidades que No Informan	39	
<b>TOTAL Unidades Económicas</b>		<b>9.770</b>

Fuente: Plan de Desarrollo Sogamoso periodo 2008-2011

En resumen, la mayor concentración de la actividad económica del municipio se encuentra en el comercio, el cual representa el 45,15% del total de unidades económicas, seguido por el sector servicios con el 22,21%; el sector agrícola con el 16,14%, mientras que las correspondientes a la industria representan tan solo el 7,47%, la minería el 3,78% y el sector de la construcción el 0,92%. El 4,33% restante, se encuentra representado por otras actividades económicas asociadas al sector terciario unas y no clasificadas las otras, que en total suman 423 unidades económicas.

**Figura 8. Unidades económicas censadas en el Municipio de Sogamoso año 2005**

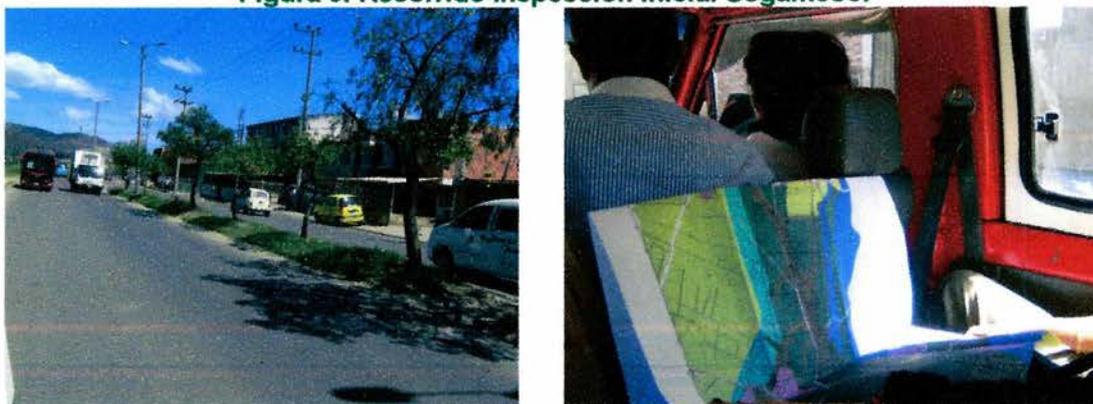


Fuente: Plan de Desarrollo Sogamoso periodo 2008-2011

## 9.2 PLANEACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

### 9.2.1 RECORRIDO INICIAL

Para el conocimiento del área objeto de estudio se realizó un recorrido inicial por el Municipio de Sogamoso en compañía de delegados de la Oficina Asesora de Planeación y la Secretaria de Desarrollo y Medio Ambiente, donde se identificaron sectores de importancia en cuanto a ruido ambiental y vías de mayor flujo vehicular; información valiosa para la determinación de puntos de monitoreo y modelación.

**Figura 9. Recorrido Inspección inicial Sogamoso.**

Fuente. Autores, 2011.

## 9.2.2 DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

La determinación de los puntos de monitoreo de ruido ambiental en el municipio de Sogamoso, tuvo en cuenta la metodología descrita en el anexo 3 de la Resolución 627 del 2006, para lo cual fue necesario recopilar información cartográfica relacionada con los usos del suelo y perímetro urbano, suministrada por la Oficina Asesora de planeación de la Alcaldía, previa solicitud mediante oficio. Con base en la información recopilada, se elaboró una grilla de 600 metros por 600 metros, haciendo un cubrimiento total del área urbana del municipio. De acuerdo a la grilla elaborada, se establecieron puntos en el centro de cada celda, lo que garantizó una distribución uniforme de los puntos a monitorear. Cabe mencionar que los puntos obtenidos se ajustaron de acuerdo a criterios como usos de suelo y relación de quejas por ruido.

La grilla con la ubicación de los 32 puntos de monitoreo de ruido ambiental fue socializada a los delegados de la Oficina Asesora de Planeación y la Secretaria de Desarrollo y Medio Ambiente, quienes sugirieron la reubicación de algunos puntos de medición antes de su aprobación, con el fin de obtener puntos más representativos que permitan realizar un mejor análisis de la problemática real en materia de ruido ambiental presente en el municipio.

En el Anexo 1 se presenta el mapa con la grilla de ubicación de puntos monitoreados del Municipio de Sogamoso, corregidos y aprobados por el supervisor del contrato. Una vez elaborada la grilla se realizó un segundo recorrido con el fin de determinar la ubicación exacta de los puntos de monitoreo.

A continuación se relacionan cada uno de los puntos de monitoreo de ruido ambiental previamente aprobados por el supervisor del contrato, con sus respectivos números de identificación (ID) y ubicación exacta.

**Tabla 11. Ubicación de puntos de monitoreo Sogamoso**

ID	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Carrera 11 calle 23Sur	Frente a Asadero Techos Rojos
2	Carrera 11 Calle 13Sur	
3	Carrera 14 Calle3 Sur	
4	Carrera 11 Calle3 Sur	
5	Carrera 14 Calle1	
6	Calle 2Bis N° 8-26	
7	Carrera 4 N° 4-76	
8	Carrera 11 N° 2-92	
9	Carrera 10 N° 8-08	
10	Calle 2A N° 20-14	
11	Carrera 14 Calle 9	
12	Carrera 10 N° 13-07	
13	Carrera 25 Calle 3	
14	Carrera 20 N° 7B-08	
15	Calle 12 N° 12-84	
16	Carrera 11 Calle 16	Plaza seis de septiembre
17	Calle 7 N° 25-77	
18	Carrera 20 N° 14-93	
19	Carrera 11 Calle 18	
20	Calle 14 A N° 19-17	
21	Carrera 11 Calle 21	
22	Carrera 11 Calle 29	Frente al Coliseo
23	Carrera 10A Calle 32	
24	Carrera 11 Calle 34A	
25	Carrera 10A N° 44-07	
26	Carrera 11 N° 41-01	Frente a Escuela La Manga
27	Carrera 10A N° 51-54	
28	Carrera 11 Calle 48	Frente a Estación Petrobras
29	Carrera 10A Calle 51	
30	Carrera 10A Calle 66	
31	Carrera 11 Calle 56	
32	Diagonal 59 N° 68-60	Frente a Argos

Fuente. Autores, 2011.

### 9.2.3 ORGANIZACIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO

Dentro de la planificación del trabajo en campo se realizó el día 17 de diciembre de 2010 una capacitación al personal técnico encargado de llevar a cabo las mediciones de ruido en el municipio de Sogamoso, donde se dio a conocer las generalidades del contrato, una explicación de la Resolución 0627 de 2006 (generalidades de la norma, horarios, importancia de la realización de mapas de ruido, procedimientos de ubicación de la estación de monitoreo), manejo de los equipos de medición y formatos de registro de resultados.

**Figura 2. Capacitación grupo de trabajo**



Fuente. Autores, 2011.

En el Anexo 2, se muestra en digital (en el CD) la capacitación realizada al grupo de monitoreo.

Una vez definida la localización de los puntos de monitoreo de ruido ambiental y como parte de la planificación del trabajo en campo se establecieron rutas que abarcaron puntos cercanos para poder facilitar el desplazamiento del grupo de trabajo y de los equipos de medición.

En el Anexo 3, se muestran las rutas establecidas para la medición de los puntos definidos en el Municipio de Sogamoso.

## 10. ETAPA 3: MONITOREOS DE RUIDO AMBIENTAL

El monitoreo de ruido ambiental en los 32 puntos definidos dentro del perímetro urbano del municipio, tuvo en cuenta la metodología establecida en la resolución 0627 de 2006. El sonómetro empleado permitió la medición del Leq, Lieq, Leq máximo y mínimo y un análisis de frecuencias en tercios de octava, datos necesarios para la corrección por tonalidad e impulsividad.

### 10.1.1 METODOLOGÍA PARA LOS MONITOREOS DE RUIDO AMBIENTAL

La metodología de mediciones de campo, se estableció de acuerdo con la Resolución 627 de 2006, en especial el Anexo 3, Capítulo II Procedimiento de medición para ruido ambiental. A continuación se muestra detalladamente dicha metodología:

- a. Se realiza el montaje del equipo de medición, ubicando en el trípode el micrófono con la pantalla antiviento, así como el anemómetro para verificar la velocidad del viento. El micrófono se conecta al cable de extensión, por medio del cual se realizará la medida con el sonómetro, luego de subir el trípode a 4 m de altura.
- b. El montaje del equipo se ubica a una distancia equidistante de las fachadas, barreras o muros existentes a ambos lados del punto de medición, si estos no existen en uno de los costados, el punto se sitúa a una distancia de 4 m medidos horizontalmente desde el costado que las posea, si no existen en ninguno de los costados, se toma el punto equidistante entre los límites del espacio público correspondiente, acorde con el capítulo II, del Anexo 3, de la Resolución 627 de 2006.
- c. El intervalo de tiempo a medir se establece de acuerdo al artículo 5 de la Resolución 627 de 2006, es decir, en intervalos de tiempo distribuidos uniformemente hasta obtener, como mínimo, 15 min de captura de información.

- d. La medición en cada punto, consta de 5 mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales, cada una de las cuales debe tener una posición orientada del micrófono, así: Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical hacia arriba, hasta obtener, como mínimo, 15 min de captura de información.

**Figura 10. Equipo monitoreo ruido (Anemómetro y Sonómetro)**



Fuente. Autores, 2011

### 10.1.2 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN EMPLEADOS EN CAMPO

Los equipos utilizados en las mediciones de ruido ambiental para los municipios de Tunja y Sogamoso cumplen las especificaciones exigidas en la resolución 627/06. A continuación se presentan las fichas técnicas de los equipos empleados en campo.

**Tabla 12. Ficha Técnica sonómetro 1**

SONÓMETRO 1	
TIPO	I
MODELO	SOLO
MARCA	01 dB METRAVIB-AREVA
N° SERIE	30437
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	Sonómetro digital integrador con pantalla antiviento, filtro de banda (1/1) de octavas y tercios (1/3) de octava
PREAMPLIFICADOR	
TIPO	PRE 21 S
N° SERIE	13997
MICRÓFONO	
TIPO	MCE 215
N° SERIE	10524

CALIBRADOR	
TIPO	CAL 21
MARCA	01 dB METRAVIB-AREVA
N° SERIE	34593258

Fuente. Autores, 2011.

**Tabla 13. Ficha Técnica sonómetro 2**

SONOMETRO 2	
TIPO	I
MODELO	BLACK SOLO
MARCA	01 dB METRAVIB-AREVA
N° SERIE	35005
DESCRIPCION DEL EQUIPO	Sonómetro digital integrador con pantalla antiviento, filtro de banda (1/1) de octavas y tercios (1/3) de octava
PREAMPLIFICADOR	
TIPO	PRE 21 S
MARCA	01 dB METRAVIB-AREVA
N° SERIE	15492
MICRÓFONO	
TIPO	MCE 215
MARCA	01 dB METRAVIB-AREVA
N° SERIE	11514
CALIBRADOR	
TIPO	CAL 21
MARCA	01 dB METRAVIB-AREVA
N° SERIE	34593258

Fuente. Autores, 2011.

**Tabla 14. Ficha Técnica sonómetro 3**

SONOMETRO 3	
TIPO	I
MARCA	NORSONIC
N° SERIE	1313214
DESCRIPCION DEL EQUIPO	El sonómetro Nor131 es un instrumento de precisión clase I, está diseñado y fabricado conforme a las últimas normativas de medición de nivel de sonido
PREAMPLIFICADOR	
TIPO	1207
MARCA	NORSONIC
N° SERIE	12664
MICRÓFONO	
TIPO	
MARCA	NORSONIC
N° SERIE	
CALIBRADOR	
TIPO	1251
MARCA	NORSONIC
N° SERIE	32980

Fuente. Autores, 2011.

En el Anexo 4, se muestra el certificado de calibración de los equipos

### 10.1.3 CÁLCULOS Y CORRECCIONES

Tal y como lo establece la Resolución 627 de 2006, la determinación del nivel de presión sonora continuo equivalente, se realiza y expresa en decibeles corregidos por tonos e impulsividad.

La determinación del nivel de presión sonora continuo equivalente ( $L_{Aeq}$ ) se llevo a cabo por medio de la siguiente expresión:

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \ln 10 \left( \left( \frac{1}{5} \right) \left( 10^{L_N/10} + 10^{L_O/10} + 10^{L_S/10} + 10^{L_E/10} + 10^{L_V/10} \right) \right) \quad (1)$$

Donde:

$L_{Aeq}$  = Nivel equivalente resultante de la medición.

$L_N$  = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido norte

$L_O$  = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido oeste

$L_S$  = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido sur

$L_E$  = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido este

$L_V$  = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido vertical

Teniendo en cuenta que en cada punto de monitoreo se llevaron a cabo cinco mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales en las cinco orientaciones del micrófono (N, O, S, E, V), fue necesario realizar los ajustes de tonalidad e impulsividad a los datos obtenidos por cada orientación tal y como lo establece la norma en su Anexo 2 y posteriormente aplicar promedio logarítmico mediante la expresión matemática (1) para obtener el  $L_{Aeq}$ .

A continuación se describe el procedimiento para la corrección de los niveles equivalentes obtenidos en campo y el cálculo del  $L_{Aeq}$ , así mismo se presenta una muestra de cálculo a manera de ejemplo.

#### 10.1.3.1 Corrección por Tonalidad

La corrección de nivel  $K_T$  toma en consideración los componentes tonales del ruido en el lugar de la medición y durante el tiempo que estén presentes estos

tonos. La manera detallada de evaluar la presencia de componentes tonales de los datos obtenidos en capo se presenta a continuación:

- Se hace un análisis con resolución de 1/3 de octava.
- Se calcula la diferencia:

$$L = L_t - L_s$$

*Dónde:*

*L<sub>t</sub> = nivel de presión sonora de la banda f que contiene el tono puro;*

*L<sub>s</sub> = media de los niveles de las dos bandas situadas inmediatamente por encima y por debajo de f.*

- Se determina la presencia o ausencia de componentes tonales, entre 20 a 125 Hz:

*Si  $L < 8 \text{ dB(A)}$ , no hay componentes tonales.*

*Si  $8 \text{ dB(A)} \leq L \leq 12 \text{ dB(A)}$ , hay componente tonal neto.*

*Si  $L > 12 \text{ dB(A)}$ , hay componente tonal fuerte.*

- Se determina la presencia o ausencia de componentes tonales, entre 160 a 400 Hz:

*Si  $L < 5 \text{ dB(A)}$ , no hay componentes tonales.*

*Si  $5 \text{ dB(A)} \leq L \leq 8 \text{ dB(A)}$ , hay componente tonal neto.*

*Si  $L > 8 \text{ dB(A)}$ , hay componente tonal fuerte.*

- Se determina la presencia o ausencia de componentes tonales a partir de 500 Hz:

*Si  $L < 3 \text{ dB(A)}$ , no hay componentes tonales.*

*Si  $3 \text{ dB(A)} \leq L \leq 5 \text{ dB(A)}$ , hay componente tonal neto.*

*Si  $L > 5 \text{ dB(A)}$ , hay componente tonal fuerte.*

- Finalmente se hace la corrección con base en los siguientes criterios:

Por percepción nula de componentes tonales: 0 dB(A).

Por percepción neta de componentes tonales: 3 dB(A).

Por percepción fuerte de componentes tonales: 6 dB(A).

### 10.1.3.2 Corrección por impulsividad

La corrección de nivel  $K_i$  toma en los componentes impulsivos en el lugar de la medición y durante el tiempo que estén presentes los respectivos impulsos. La manera detallada en la cual se percibe un ruido impulsivo se describe a continuación:

- Se mide el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, durante  $T_i$ ,  $L_A$ ,  $T_i$ .
- Se mide el nivel de presión sonora ponderado A, determinado con la característica temporal Impulso (Impulse; en inglés), promediado en el tiempo  $T_i$ ,  $L_{AI}$ .
- Se calcula la diferencia  $L_i = L_{AI} - L_A$ ,  $T_i$ .  
*Si  $L_i < 3 \text{ dB(A)}$ , no hay componentes impulsivos.*  
*Si  $3 \text{ dB(A)} \leq L_i \leq 6 \text{ dB(A)}$ , hay percepción neta de componentes impulsivos.*  
*Si  $L_i > 6 \text{ dB(A)}$ , hay percepción fuerte de componentes impulsivos.*
- Finalmente se hace la corrección con base en los siguientes criterios:  
 Por percepción nula de componentes impulsivos: 0 dB(A).  
 Por percepción neta de componentes impulsivos: 3 dB(A).  
 Por percepción fuerte de componentes impulsivos: 6 dB(A).

Las correcciones en decibeles, de acuerdo con el Artículo 6 de la Resolución 627 de 2006, se efectúan por la expresión:

$$L_{Req,T} = L_{eq,T} + (KI, KT)$$

Dónde:

$L_{Req}$  = Nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A, medido en un tiempo T

$L_{eq}$  = Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, medido en un tiempo T

KI es un ajuste por impulsos (dB(A))

KT es un ajuste por tono (dB(A))

El nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A,  $L_{eq,T}$ , solo se corrige por un solo factor K, el de mayor valor en dB(A).

A continuación se presenta una muestra de cálculo del procedimiento empleado para la corrección y cálculo del LAeq de la medición obtenida para periodo diurno con orientación norte del micrófono en el punto de monitoreo identificado con el ID1 (Carrera 11 Calle 23 Sur).

**Tabla 15. Espectro de frecuencias en tercios de octava. Orientación Norte – Punto 1**

12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
63,4	63,1	62	61,6	63,9	59,2	61,2	69,1	65	64	62,8	63,3
200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1.0 kHz	1.25kHz	1.6 kHz	2.0 kHz	2.5 kHz
62,5	61,4	60,7	59,2	60,5	60,4	60,2	61,3	60,8	60,4	59,9	55,7
3.15kHz	4.0 kHz	5.0 kHz	6.3 kHz	8.0 kHz	10.0kHz	12.5kHz	16.0kHz	20.0kHz			
52,3	49,2	48	45,6	42,5	40,4	36,7	31,7	25,9			

Fuente. Autores, 2011.

**Tabla 16. Corrección por tonalidad. Orientación Norte - Punto 1**

L (20-125Hz)	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz
	-0,35	-1,35	3,50	-3,35	-2,95	6,00	-1,55	0,10	-0,85
L (160-400Hz)	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz				
	0,65	0,15	-0,20	0,40	-1,40				
L (> 500Hz)	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1.0 kHz	1.25kHz	1.6 kHz	2.0 kHz	2.5 kHz	3.15kHz
	0,70	0,05	-0,65	0,80	-0,05	0,05	1,85	-0,40	-0,15
	4.0 kHz	5.0 kHz	6.3 kHz	8.0 kHz	10.0kHz	12.5kHz	16.0kHz		
	-0,95	0,60	0,35	-0,50	0,80	0,65	0,40		

Fuente. Autores, 2011.

De acuerdo al análisis de frecuencias en tercios de octava para este punto se puede observar que no hay presencia de componentes tonales en ninguno de los rangos de frecuencias. Lo anterior indica que por componentes tonales el Leq obtenido para periodo diurno en sentido Norte no necesita ser corregido.

**Tabla 17. Resumen de resultados Leq y LLeq. Orientación Norte - Punto 1**

LRAeq,1h		
<b>Lleq</b>	70.2	dB
<b>Leq</b>	69.8	dB

Fuente. Autores, 2011.

$$L_f = 70,2 - 69,8$$

$$L_f = 0,4$$

En cuanto a la corrección por impulsividad se observa que no existe percepción de componentes impulsivos, razón por la cual tampoco requiere corrección.

Finalmente el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A no fue corregido ni por tonalidad ni por compulsividad.

$$LRAeq = 69,8dB + 0$$

$$LRAeq = 69,8dB$$

El mismo procedimiento se realizó para los 32 puntos de monitoreo definidos. Una vez corregidos estos datos se promediaron logarítmicamente por medio de la ecuación (1) para hallar el LAeq, que es el valor a comparar con la norma.

**Tabla 18. Resumen de resultados obtenidos. Punto 1, periodo diurno, orientación Norte**

Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq, dB
Diurno	N	69,8	69,80	69,19
	O	66,2	66,20	
	S	70	70,00	
	E	64,6	67,60	
	V	67,8	70,80	

Fuente. Autores, 2011.

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log \left( \left( \frac{1}{5} \right) \cdot \left( 10^{69,8/10} + 10^{66,2/10} + 10^{70/10} + 10^{67,6/10} + 10^{70,8/10} \right) \right)$$

$$L_{Aeq} = 69,19 \text{ dB}$$

En el Anexo 5 se presentan las hojas de cálculo para la corrección de la totalidad de los puntos definidos en el municipio de Sogamoso.

## 11. ETAPA 4: DESCRIBIR LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE CAMPO.

Tras realizar los monitoreos en campo y procesar la información se obtuvieron los niveles de presión sonora en los 32 puntos seleccionados en el municipio objeto de estudio, a continuación se realizan los análisis de los resultados encontrados en campo.

### 11.1 COMPORTAMIENTO SEMANAL DEL RUIDO AMBIENTAL

#### 11.1.1 COMPORTAMIENTO DIURNO

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los niveles de presión sonora encontrados en los 32 puntos de monitoreo en periodo semanal diurno.

**Tabla 19. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo semanal diurno**

ID Punto	Dirección	Horario		LAeq
1	Carrera 11 Calle 23 Sur -Asadero Techos rojos	SEMANTAL	Diurno	69,19
2	Carrera 11 Calle 13 Sur	SEMANTAL	Diurno	70,03
3	Carrera 14 No. 3 Sur - 23	SEMANTAL	Diurno	64,39
4	Carrera 11 No. 3 Sur-46	SEMANTAL	Diurno	68,73
5	Carrera 14 Calle 1	SEMANTAL	Diurno	78,24
6	Calle 2 Bis No. 8-26	SEMANTAL	Diurno	59,86
7	Carrera 4 No. 4-76	SEMANTAL	Diurno	68,18
8	Carrera 11No. 2-92	SEMANTAL	Diurno	67,92
9	Carrera 19 No. 8- 08	SEMANTAL	Diurno	68,59
10	Calle 2A No. 20-14	SEMANTAL	Diurno	65,47
11	Carrera 14 Calle 9	SEMANTAL	Diurno	69,67
12	Carrera 10 No. 13-07	SEMANTAL	Diurno	69,09
13	Carrera 25 Calle 3	SEMANTAL	Diurno	65,63
14	Carrera 20 Calle 7B - 08	SEMANTAL	Diurno	68,42
15	Calle 12 No. 12-84	SEMANTAL	Diurno	74,17
16	Carrera 11 Calle 16	SEMANTAL	Diurno	60,44
17	Calle 7 No. 25 - 77	SEMANTAL	Diurno	73,55
18	Carrera 20 No 14-93	SEMANTAL	Diurno	70,47
19	Carrera 11 Calle 18	SEMANTAL	Diurno	63,50
20	Calle 14A No. 19-17	SEMANTAL	Diurno	58,81
21	Carrera 11 Calle 21	SEMANTAL	Diurno	57,20
22	Carrera 11 calle 29	SEMANTAL	Diurno	64,97
23	Carrera 10A Calle 32	SEMANTAL	Diurno	65,27
24	Carrera 11 Calle 34A	SEMANTAL	Diurno	72,37
25	Carrera 10A No. 44-07	SEMANTAL	Diurno	65,78
26	Carrera 11 Calle 41-01	SEMANTAL	Diurno	71,12
27	Carrera 10A No. 51-54	SEMANTAL	Diurno	69,00
28	Carrera 11 Calle 48	SEMANTAL	Diurno	73,20
29	Carrera 10D Calle 51 Frente a P. Industrial	SEMANTAL	Diurno	73,20
30	Carrera 10A Calle 66	SEMANTAL	Diurno	60,00
31	Carrera 11 Calle 56	SEMANTAL	Diurno	72,49
32	Diagonal 59 No. 68 - 60	SEMANTAL	Diurno	72,71

- Los mayores niveles de ruido ambiental obtenidos para el horario diurno fueron encontrados en la carrera 14 con calle 1 (ID5) con un LAeq de 78,24 dB, cabe mencionar que los niveles tuvieron que ser corregidos por la percepción de tonos audibles y ruidos impulsivos que generan mayor molestia al oído humano y que no pueden ser detectados con una simple medición del nivel de presión sonora, razón por la cual fue necesario la toma de datos del espectro de frecuencias en tercios de octavas para poder detectar el grado de molestia que generan.

En el sector se evidencia la presencia de bares principalmente sobre la carrera primera y alrededores a estos, edificios de apartamentos y casas que se han visto afectados por el ruido generado en estos establecimientos. La zona se encuentra relacionada dentro de los registros de quejas por ruido del municipio, razón por la cual constituye un sector prioritario dentro de los planes para reducción de ruido ambiental.

- En el punto de monitoreo 15 localizado en la calle 12 con carrera 12 (frente al Éxito) el LAeq obtenido fue de 74,17 dB, lo que indica que por ser un área netamente comercial, de gran flujo vehicular y peatonal, los niveles de ruido generados son altos y superan los estándares máximos permisibles.
- En el sector industrial (Diagonal 59 N° 68-60) se obtuvo un nivel de presión sonora de 72,71 dB(A), este valor se atribuye a la constante circulación de vehículos pesados que entran y salen de las industrias cercanas y del ruido de la maquinaria que alcanza a ser percibido sobre la vía, así mismo, en el punto de monitoreo localizado en la calle 51 frente al parque industrial (ID29), se registraron niveles entre los 70 y 74db algunos de los cuales tuvieron que ser corregidos por impulsos que se caracterizan por ser breves y abruptos y de mayor molestia para el oído humano, obteniendo finalmente un LAeq de 73,20 dB(A).

- Los niveles de ruido ambiental encontrados a lo largo de la carrera 11, vía que atraviesa al municipio de Sur a Norte varían desde los 61 a 79 dB, los valores más altos se encontraron al norte entre la calle 56 y la calle 34 donde se presentan niveles entre los 72 a 73 dB, estos niveles se deben principalmente al alto flujo de vehículos pesados que se movilizan por la vía que conduce a Nobsa a los diferentes centros de acopio de carbón y otros minerales que se encuentran por el sector y a municipios cercanos como Belencito, Paz del Río y Gámeza, de vocación minera; al sur del municipio los niveles más altos se encontraron en el tramo de vía comprendido entre la carrera 11 desde la calle 23Sur a la calle 3Sur con valores cercanos a los 70 dB, situación que obedece igualmente al flujo vehicular hacia los municipios de Firavitova, Iza y Pesca, de vocación ganadera que para la comercialización de sus productos lácteos utilizan camiones cisterna y vehículos pesados.
- Por otra parte los niveles de ruido más bajos se registraron en la carrera 11 con calle 21 (ID21), calle14A con carrera 19 (ID20) y calle 2Bis con carrera 8 (ID6), donde se registraron niveles de 57,20 dB, 58,81 dB y 59,86 dB respectivamente. Aunque el punto de monitoreo 16 está localizado en la plaza seis de septiembre en pleno centro del municipio, los niveles de ruido encontrados no son tan altos como se espera debido a que en el momento del monitoreo el flujo vehicular fue bajo y no se evidenciaron focos de generación de ruido, además de encontrarse la vía cerrada por mantenimiento.

### 11.1.2 COMPORTAMIENTO NOCTURNO

A continuación se presenta el consolidado de los resultados obtenidos para el periodo semanal nocturno.

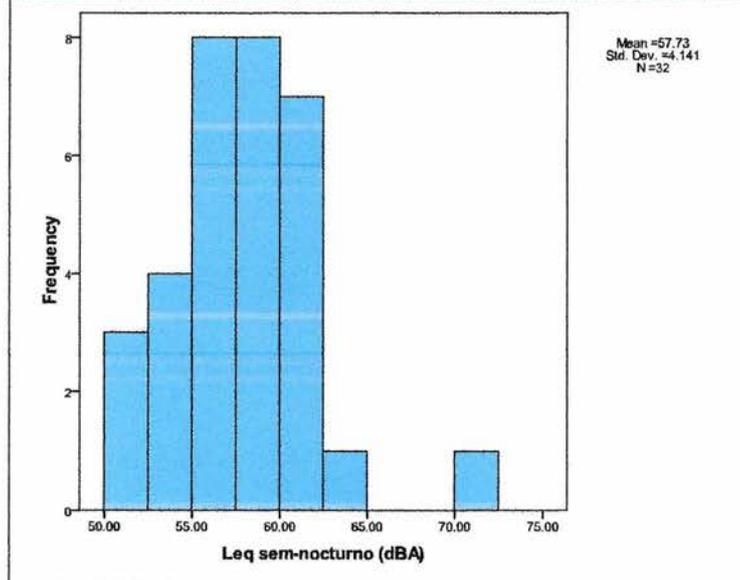
**Tabla 20. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo semanal nocturno**

ID Punto	Dirección		Horario	LAeq
1	Carrera 11 Calle 23 Sur -Asadero Techos rojos	SEMANAL	Nocturno	65,52
2	Carrera 11 Calle 13 Sur	SEMANAL	Nocturno	63,72
3	Carrera 14 No. 3 Sur - 23	SEMANAL	Nocturno	53,93
4	Carrera 11 No. 3 Sur-46	SEMANAL	Nocturno	65,79
5	Carrera 14 Calle 1	SEMANAL	Nocturno	73,77
6	Calle 2 Bis No. 8-26	SEMANAL	Nocturno	67,74
7	Carrera 4 No. 4-76	SEMANAL	Nocturno	55,01
8	Carrera 11No. 2-92	SEMANAL	Nocturno	58,72
9	Carrera 19 No. 8- 08	SEMANAL	Nocturno	60,62
10	Calle 2A No. 20-14	SEMANAL	Nocturno	55,61
11	Carrera 14 Calle 9	SEMANAL	Nocturno	62,18
12	Carrera 10 No. 13-07	SEMANAL	Nocturno	55,33
13	Carrera 25 Calle 3	SEMANAL	Nocturno	54,84
14	Carrera 20 Calle 7B - 08	SEMANAL	Nocturno	56,42
15	Calle 12 No. 12-84	SEMANAL	Nocturno	59,29
16	Carrera 11 Calle 16	SEMANAL	Nocturno	63,82
17	Calle 7 No. 25 - 77	SEMANAL	Nocturno	63,59
18	Carrera 20 No 14-93	SEMANAL	Nocturno	59,21
19	Carrera 11 Calle 18	SEMANAL	Nocturno	58,74
20	Calle 14A No. 19-17	SEMANAL	Nocturno	62,41
21	Carrera 11 Calle 21	SEMANAL	Nocturno	61,08
22	Carrera 11 calle 29	SEMANAL	Nocturno	61,35
23	Carrera 10A Calle 32	SEMANAL	Nocturno	56,47
24	Carrera 11 Calle 34A	SEMANAL	Nocturno	66,34
25	Carrera 10A No. 44-07	SEMANAL	Nocturno	62,48
26	Carrera 11 Calle 41-01	SEMANAL	Nocturno	61,26
27	Carrera 10A No. 51-54	SEMANAL	Nocturno	61,82
28	Carrera 11 Calle 48	SEMANAL	Nocturno	61,58
29	Carrera 10D Calle 51 Frente a P. Industrial	SEMANAL	Nocturno	64,53
30	Carrera 10A Calle 66	SEMANAL	Nocturno	55,39
31	Carrera 11 Calle 56	SEMANAL	Nocturno	63,86
32	Diagonal 59 No. 68 - 60 Frente a Argos	SEMANAL	Nocturno	59,26

Fuente. Autores, 2011.

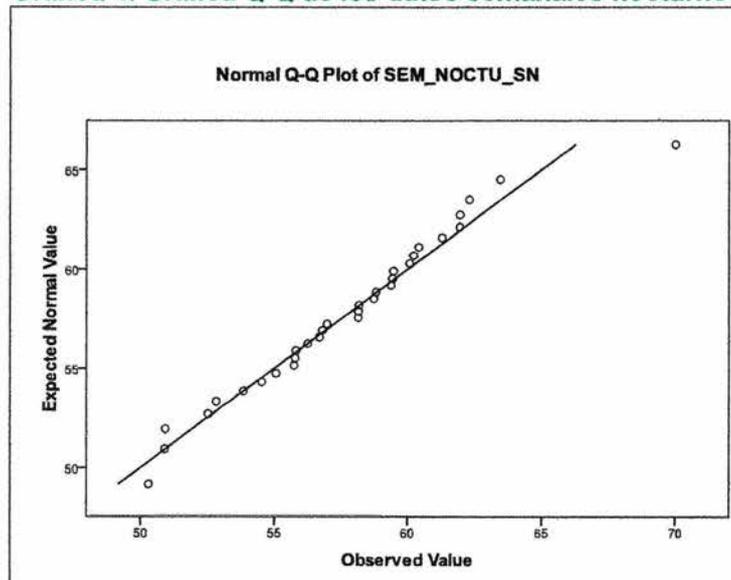
A continuación se muestra al histograma y la gráfica Q-Q, de los datos de mediciones semanales nocturnas, en donde se puede observar que la mayoría de los valores se concentran entre los 55 y 62.5 dBA, para una muestra total de 32 datos, con un promedio de 57.73 dBA y una desviación estándar de 4.141.

**Gráfica 3. Histograma de los datos semanales nocturnos**



Fuente. Autores, 2011.

**Gráfica 4. Gráfica Q-Q de los datos semanales nocturnos**



Fuente. Autores, 2011.

De acuerdo a la información presentada en la tabla 20 se observa lo siguiente.

- Al igual que en el periodo diurno los mayores niveles de ruido para el horario nocturno se encontraron en el punto de monitoreo 5 localizado en la carrera 14 con calle 1, donde se registraron niveles de presión sonora entre los 67 y 53 dB, sin embargo, los niveles se hicieron más altos luego de realizar las

correcciones por tonalidad arrojando un LAeq de 73,77 dB, este aumento significa la presencia de tonos audibles que generan molestia para el oído humano, lo que se ve reflejado en las continuas quejas presentadas por los habitantes del sector.

- Como bien se pudo identificar los niveles de ruido por encima de 55 dB(A) se encuentran cercanos a vías principales con alto tráfico vehicular en horas de la noche como lo son la carrera 11, diagonal 59, cruce de la carrera 25 con cll 7.
- Los resultados obtenidos en la zona industrial (ID 29, LAeq = 64,53), obedecen al paso continuo de vehículos pesados encargados de comercializar los productos del acero y sus derivados. Sumado a esto, algunas fábricas laboran 24 horas generando niveles de ruido que presentan ruidos impulsivos y tonos audibles que son percibidos como ruidos molestos por las personas y que incluso pueden llegar a afectar la salud auditiva si la exposición a estos niveles es continua.
- Los puntos ubicados sobre la carrera 11 sentido sur constituyen un foco importante de ruido al encontrarse un buen número de establecimientos nocturnos conocidos como “los sifones”, donde el ruido sobrepasa los límites máximos permisibles afectando a la población aledaña, la cual ha hecho saber su descontento ante esta situación mediante quejas, sin haber obtenido solución al respecto.

En el momento de la medición algunos propietarios de los bares intimidados por la presencia de los equipos (sonómetros) bajaron el volumen de la música, lo que provoco que la medición arrojará un LAeq más bajo del encontrado en el lugar (58,72 dB), lo que obligó a una segunda medición para obtener el dato real, encontrando en esta niveles de ruido entre los 77,9 dB(A).

### 11.1.3 COMPARACIÓN CON LA NORMATIVIDAD

Teniendo en cuenta la clasificación de usos del suelo del municipio y la sectorización establecida en el Artículo 17 de la Resolución 627 de 2006, se pudo identificar dentro del perímetro urbano del municipio de Sogamoso los siguientes sectores:

**Tabla 21. Sectores resolución 627/06 identificados en el municipio de Sogamoso**

SECTOR	SUBSECTOR
SECTOR C	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas. (C1)
	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.(C2)
SECTOR D	Residencial suburbana.

Fuente: Resolución 627 de 2006

La Tabla 22 presenta el resumen por sectores y el análisis entre los niveles equivalentes obtenidos en campo entre semana en horario diurno y nocturno con los estándares máximos permisibles definidos en la Resolución 627 de 2006.

**Tabla 22. Resumen resultados semanal**

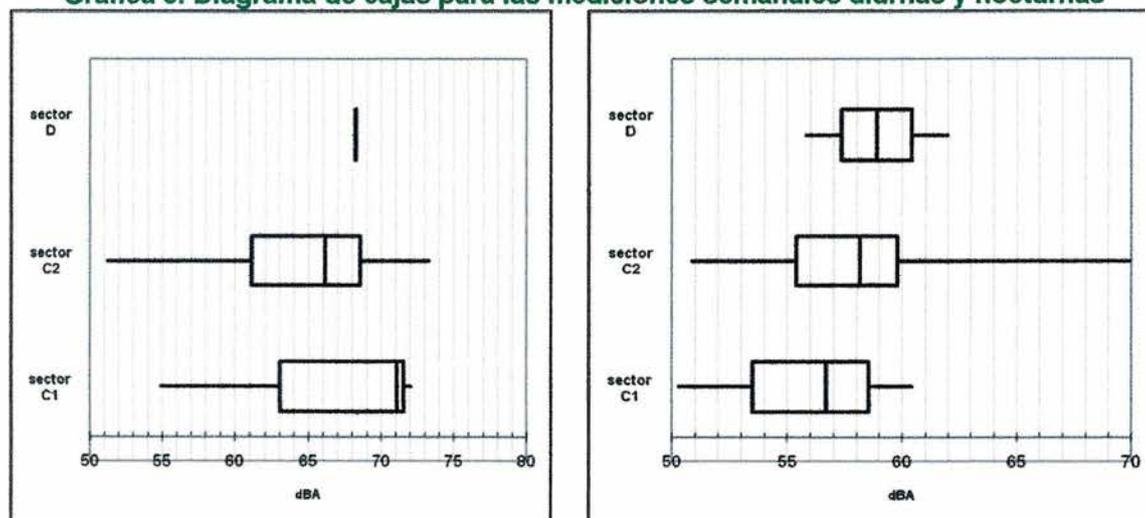
Sector	Subsector	Media	Mediana	Desviación std.	min.	Máx.	Máximos dB(A)
<b>Diurno (7:01 – 21:00)</b>							
Sector C	C1	68,64	72,71	7,48	60	73,20	75
	C2	67,69	68,42	5,01	57,20	78,24	70
Sector D		69,10	69,10	0,13	69	69,19	55
<b>Nocturno (21:01 – 7:00)</b>							
Sector C	C1	60,76	61,56	4,27	55,39	64,53	70
	C2	60,93	61,26	4,55	53,93	73,77	55
Sector D		63,67	63,67	2,61	61,82	65,52	45

Fuente. Autores, 2011.

En los siguientes diagramas de cajas de las mediciones semanales diurnas y nocturnas, se puede observar que:

- Las mediciones semanales del sector C1 se concentran entre 63 - 72 dB de día y 54-59 dB en la noche, lo cual muestra una variación de 10 dB, aproximadamente, entre el día y la noche.
- Las mediciones semanales del sector C2 se concentran entre 61 - 69 dB de día y cercana a los 55-60 dB en la noche, teniendo una variación cercana a los 8 dB.
- Las mediciones semanales del sector D se encuentran cercanas a los 68 dB de día y entre los 52-61 dB en la noche, teniendo una variación de 9 dB, aproximadamente, entre el día y la noche.

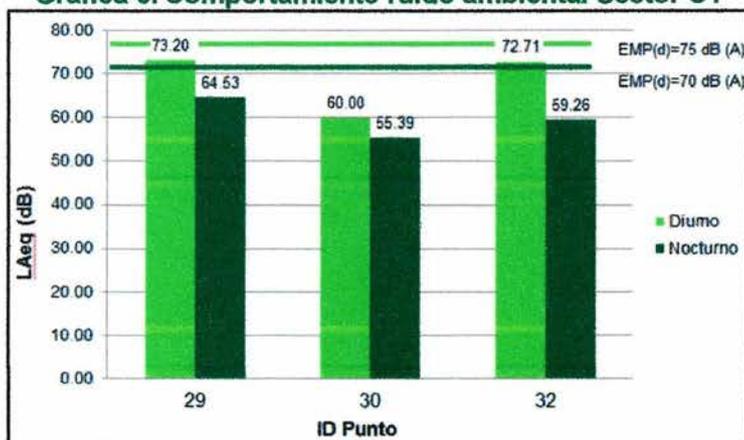
**Gráfica 5. Diagrama de cajas para las mediciones semanales diurnas y nocturnas**



Fuente. Autores, 2011.

Los puntos de monitoreo ubicados en el sector C1, registraron niveles superiores al establecido en la norma en periodo diurno (75 dB(A)), tal es el caso del punto 32 localizado en la diagonal 59 No 68-60, donde se encontró un LAeq diurno de 72,71 dB luego de ser ajustado por tonos e impulsos, sin embargo, en periodo nocturno el LAeq obtenido 59,26 dB(A), fue inferior al límite máximo definido en la norma (70 dB). En el punto 29 ubicado en el parque industrial los niveles equivalentes obtenidos fueron de 73,20 dB para periodo diurno y 64,53 dB para periodo nocturno, valores que no excedieron la norma.

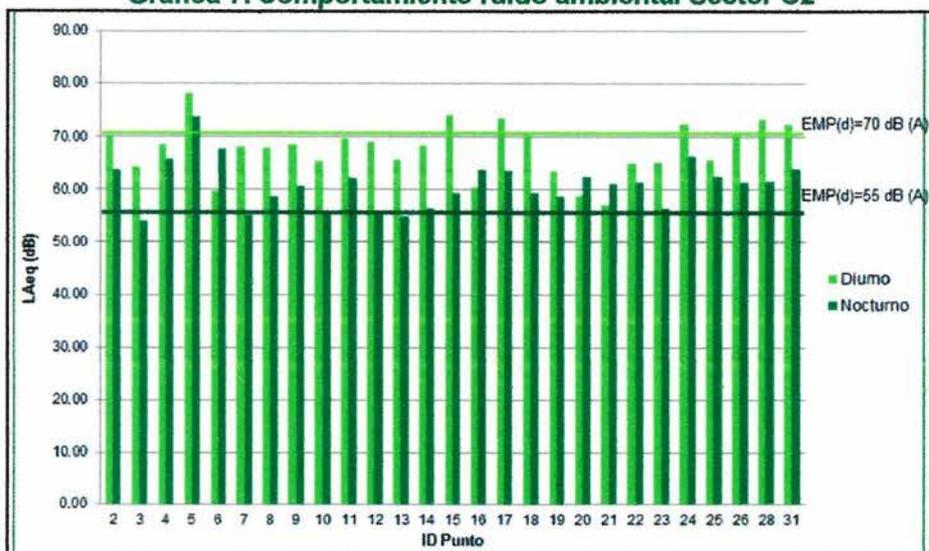
**Gráfica 6. Comportamiento ruido ambiental Sector C1**



Fuente. Autores, 2011.

De acuerdo a los datos de la tabla 22, se observa que para el periodo semanal diurno y nocturno la mayoría de los puntos de monitoreo localizados en el sector C2 presentaron niveles equivalentes (LAeq) superiores a los estándares máximos permisibles, dentro de estos puntos el más crítico se encuentra localizado en la carrera 14 con calle 1, donde la norma para horario diurno se supera en un 10,5% y para nocturno en un 25,4%, así mismo, se registraron niveles superiores a 70 dB (día) y 55 dB (noche) en los puntos ubicados sobre vías con alto flujo vehicular como la carrera 11, cruce carrera 25 con calle 7 y carrera 20 con calle 14.

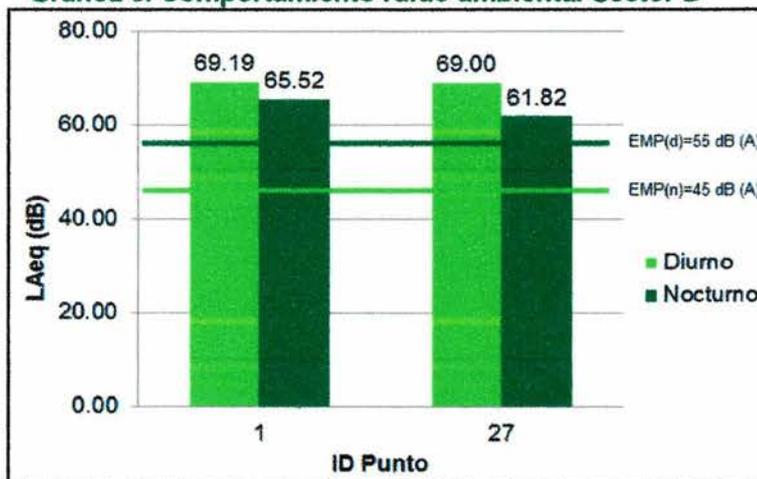
**Gráfica 7. Comportamiento ruido ambiental Sector C2**



Fuente. Autores, 2011

El punto 1 localizado en el sector D, en la carrera 11 calle 23Sur presentó un LAeq diurno de 69,19 dB(A) y nocturno de 65,52 dB que supera la norma para horario diurno (55dB) en un 20,5% y en horario nocturno (45 dB) en un 31,3%, este nivel obedece al alto flujo vehicular sobre la carrera 1. Así mismo, el punto 27 ubicado en la carrera 10A con calle 51 registró un nivel equivalente de 69 dB en horario diurno y 61,82 dB en horario nocturno superando la norma en el primer caso en un 20,3% y en el segundo caso en un 27,2%.

**Gráfica 8. Comportamiento ruido ambiental Sector D**



Fuente. Autores, 2011

En horario nocturno los puntos de monitoreo donde se registraron los mayores niveles de ruido coinciden con los encontrados en el horario diurno sumado al punto 5 localizados en la carrera 11 con calle 1 y calle 2 respectivamente, donde se evidencia la existencia de bares y donde los valores percibidos se encuentran por encima de los límites que establece la norma. Vale la pena mencionar que para el punto 8 registro durante el periodo de monitoreo en horario nocturno un nivel de 58,72dB, esto debido a que los propietarios de dichos establecimientos bajaron el volumen de la música cuando evidenciaron la presencia del equipo de medición, sin embargo, durante la medición de fuentes emisoras superficiales se encontró en este mismo lugar un nivel de 77 dB, superando el estándar máximo permisible para este sector.

## 11.2 COMPORTAMIENTO DOMINICAL DEL RUIDO AMBIENTAL

### 11.2.1 COMPORTAMIENTO DIURNO

La tabla 23 muestra los niveles de ruido encontrados los días festivos monitoreados en horario diurno.

**Tabla 23. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo festivos diurno**

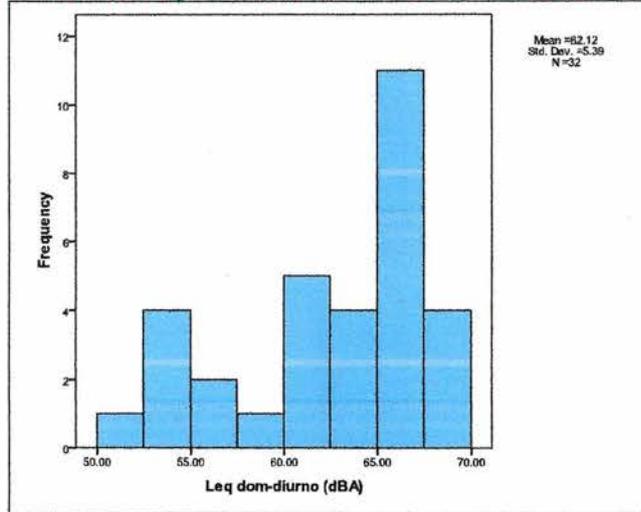
ID Punto	Dirección	Horario		LAeq
1	Carrera 11 Calle 23 Sur -Asadero Techos rojos	DOMINGO	Diurno	72,13
2	Carrera 11 Calle 13 Sur	DOMINGO	Diurno	67,83
3	Carrera 14 No. 3 Sur - 23	DOMINGO	Diurno	60,71
4	Carrera 11 No. 3 Sur-46	DOMINGO	Diurno	67,06
5	Carrera 14 Calle 1	DOMINGO	Diurno	66,13
6	Calle 2 Bis No. 8-26	DOMINGO	Diurno	58,23
7	Carrera 4 No. 4-76	DOMINGO	Diurno	70,78
8	Carrera 11No. 2-92	DOMINGO	Diurno	69,04
9	Carrera 19 No. 8- 08	DOMINGO	Diurno	70,56
10	Calle 2A No. 20-14	DOMINGO	Diurno	55,04
11	Carrera 14 Calle 9	DOMINGO	Diurno	66,18
12	Carrera 10 No. 13-07	DOMINGO	Diurno	69,52
13	Carrera 25 Calle 3	DOMINGO	Diurno	64,32
14	Carrera 20 Calle 7B - 08	DOMINGO	Diurno	68,08
15	Calle 12 No. 12-84	DOMINGO	Diurno	72,10
16	Carrera 11 Calle 16	DOMINGO	Diurno	64,69
17	Calle 7 No. 25 - 77	DOMINGO	Diurno	69,10
18	Carrera 20 No 14-93	DOMINGO	Diurno	65,69
19	Carrera 11 Calle 18	DOMINGO	Diurno	67,01
20	Calle 14A No. 19-17	DOMINGO	Diurno	55,74
21	Carrera 11 Calle 21	DOMINGO	Diurno	71,34
22	Carrera 11 calle 29	DOMINGO	Diurno	62,67
23	Carrera 10A Calle 32	DOMINGO	Diurno	54,69
24	Carrera 11 Calle 34A	DOMINGO	Diurno	71,57
25	Carrera 10A No. 44-07	DOMINGO	Diurno	57,46
26	Carrera 11 Calle 41-01	DOMINGO	Diurno	69,10
27	Carrera 10A No. 51-54	DOMINGO	Diurno	60,59
28	Carrera 11 Calle 48	DOMINGO	Diurno	71,47
29	Carrera 10D Calle 51 Frente a P. Industrial	DOMINGO	Diurno	68,45
30	Carrera 10A Calle 66	DOMINGO	Diurno	55,79
31	Carrera 11 Calle 56	DOMINGO	Diurno	68,20
32	Diagonal 59 No. 68 - 60 Frente a Argos	DOMINGO	Diurno	62,51

Fuente. Autores, 2011.

A continuación se muestra al histograma y la gráfica Q-Q, de los datos de mediciones dominicales diurnas, en donde se puede observar que la mayoría de

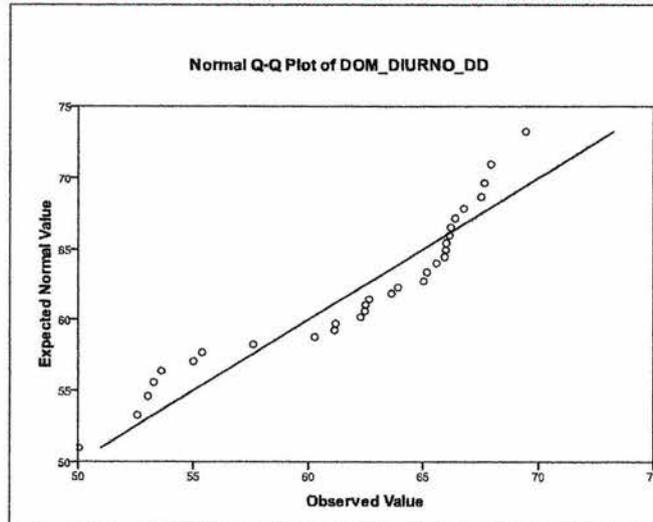
los valores se concentran entre los 60 - 62.5 dBA, para una muestra total de 32 datos, con un promedio de 62.12 dBA y una desviación estándar de 5.39.

**Gráfica 9. Histograma de los datos dominicales diurnos**



Fuente. Autores, 2011.

**Gráfica 10. Gráfica Q-Q de los datos dominicales diurnos**



Fuente. Autores, 2011.

Según los niveles de ruido encontrados para el periodo festivo diurno se hacen los siguientes análisis:

- Como se evidencia en la mayoría de mediciones en horario diurno la carrera 11 se caracteriza por un flujo vehicular constante, los fines de semana los puntos ubicados en sentido sur registran en los aforos un gran

número de vehículos al ser los municipios de Iza y Firavitova de preferencia en las familias sogamoseñas como lugar turístico y destino de personas de otros departamentos, además de estar ubicados la mayoría de asaderos y restaurantes típicos de la región, como sucede en el municipio de Nobsa y las vías alternas para llegar a él.

- El nivel de ruido encontrado en el punto 15 (72,10 dB(A)) localizado en calle 12 con carrera 12, se debe principalmente al ser éste el centro del municipio donde se concentra el comercio y el recorrido para llegar a lugares como el parque central y la catedral principal muy visitados los días festivos.
- En el punto de medición 7 localizado en la carrera 4 con calle 4 se presentaron niveles de ruido por encima de los 65 dB (70,78 dB), al estar ubicada la sede de la UNAD que desarrolla actividades académicas los días domingos concentrando un gran número de estudiantes que frecuentan bares y restaurantes del sector.

### 11.2.2 COMPORTAMIENTO NOCTURNO

Los resultados presentados a continuación corresponden a los niveles de presión sonora obtenidos para días festivos horario nocturno.

**Tabla 24. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo festivo nocturno**

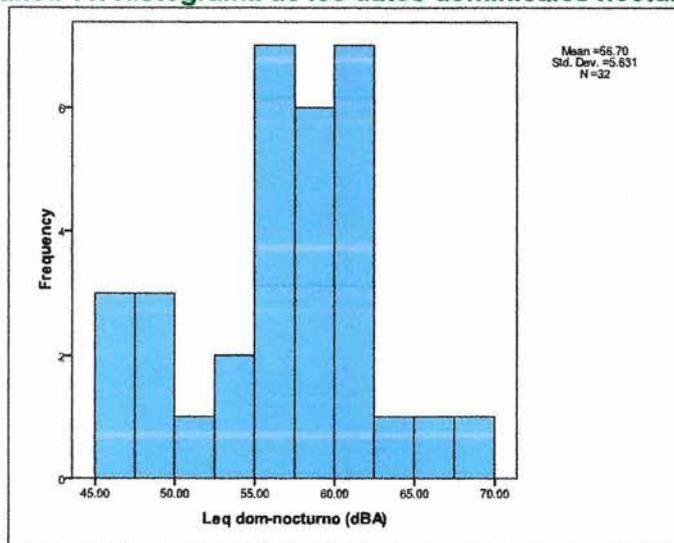
ID Punto	Dirección		Horario	LAeq
1	Carrera 11 Calle 23 Sur -Asadero Techos rojos	DOMINGO	Nocturno	63,75
2	Carrera 11 Calle 13 Sur	DOMINGO	Nocturno	61,05
3	Carrera 14 No. 3 Sur - 23	DOMINGO	Nocturno	48,30
4	Carrera 11 No. 3 Sur-46	DOMINGO	Nocturno	64,97
5	Carrera 14 Calle 1	DOMINGO	Nocturno	66,56
6	Calle 2 Bis No. 8-26	DOMINGO	Nocturno	55,56
7	Carrera 4 No. 4-76	DOMINGO	Nocturno	58,20
8	Carrera 11No. 2-92	DOMINGO	Nocturno	57,04
9	Carrera 19 No. 8- 08	DOMINGO	Nocturno	58,90
10	Calle 2A No. 20-14	DOMINGO	Nocturno	51,52
11	Carrera 14 Calle 9	DOMINGO	Nocturno	61,03
12	Carrera 10 No. 13-07	DOMINGO	Nocturno	60,66

ID Punto	Dirección	Horario	LAeq	
13	Carrera 25 Calle 3	DOMINGO	Nocturno	58,84
14	Carrera 20 Calle 7B - 08	DOMINGO	Nocturno	64,95
15	Calle 12 No. 12-84	DOMINGO	Nocturno	56,66
16	Carrera 11 Calle 16	DOMINGO	Nocturno	61,67
17	Calle 7 No. 25 - 77	DOMINGO	Nocturno	50,13
18	Carrera 20 No 14-93	DOMINGO	Nocturno	70,36
19	Carrera 11 Calle 18	DOMINGO	Nocturno	67,10
20	Calle 14A No. 19-17	DOMINGO	Nocturno	52,80
21	Carrera 11 Calle 21	DOMINGO	Nocturno	63,73
22	Carrera 11 calle 29	DOMINGO	Nocturno	70,56
23	Carrera 10A Calle 32	DOMINGO	Nocturno	64,71
24	Carrera 11 Calle 34A	DOMINGO	Nocturno	64,74
25	Carrera 10A No. 44-07	DOMINGO	Nocturno	51,55
26	Carrera 11 Calle 41-01	DOMINGO	Nocturno	59,00
27	Carrera 10A No. 51-54	DOMINGO	Nocturno	65,06
28	Carrera 11 Calle 48	DOMINGO	Nocturno	60,37
29	Carrera 10D Calle 51 Frente a P. Industrial	DOMINGO	Nocturno	64,87
30	Carrera 10A Calle 66	DOMINGO	Nocturno	50,73
31	Carrera 11 Calle 56	DOMINGO	Nocturno	61,69
32	Diagonal 59 No. 68 - 60 Frente a Argos	DOMINGO	Nocturno	56,29

Fuente. Autores, 2011.

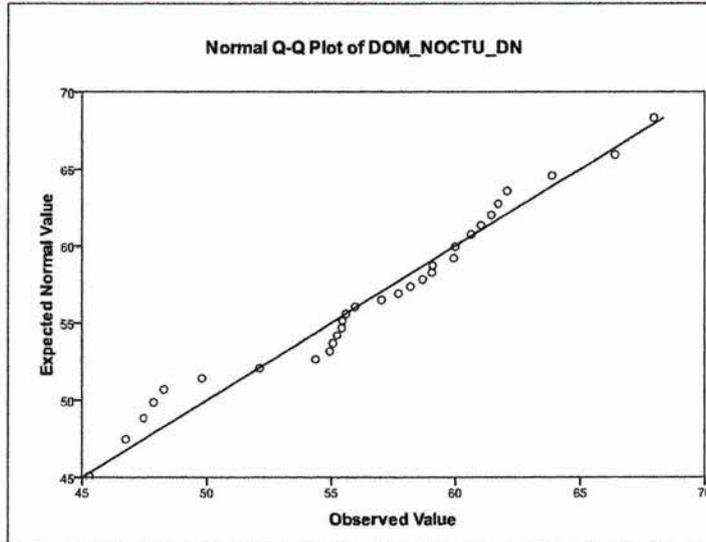
A continuación se muestra al histograma y la gráfica Q-Q, de los datos de mediciones dominicales nocturnas, en donde se puede observar que la mayoría de los valores se concentran entre los 55 y 62.5 dBA, para una muestra total de 632 datos, con un promedio de 56.7 dBA y una desviación estándar de 5.631.

**Gráfica 11. Histograma de los datos dominicales nocturnos**



Fuente. Autores, 2011.

**Gráfica 12. Gráfica Q-Q de los datos dominicales nocturnos**



Fuente. Autores, 2011.

La información presentada en la Tabla 24 nos permite analizar lo siguiente:

- Los niveles de ruido más altos en horario nocturno días festivos (domingo) se encontraron en la carrera 20 con calle 14 con un LAeq de 70,36 dB(A), dado que el día domingo es día de mercado en la central de abastos donde se evidencia la concentración de un gran número de vehículos pesados (camiones) que transportan los alimentos y vendedores ubicados en las vías alternas que utilizan el perifoneo para la promoción de sus productos.

Cabe mencionar que la zona donde se encuentra localizada la central es en su mayoría residencial lo que genera incomodidad en los habitantes del sector.

- En el punto de monitoreo 22 ubicado en la carrera 11 con calle 29 se registró un nivel de presión sonora equivalente de 70,56 dB, este nivel al igual que los ubicados sobre esta vía está relacionado con el tránsito de vehículos pesados que circulan por la carrera 11.
- En general los puntos que registraron los mayores niveles equivalentes (LAeq) además del mencionado en el párrafo anterior se ubican sobre vías

principales caracterizadas por un alto flujo de vehículos de todo tipo (livianos, pesados y motos).

### 11.2.3 COMPARACIÓN CON LA NORMATIVIDAD

En la siguiente tabla se muestra el resumen por sectores y el análisis entre los niveles equivalentes obtenidos en campo en días festivos (dominical) en horario diurno y nocturno con los estándares máximos permisibles definidos en la resolución 627 de 2006.

**Tabla 25. Resumen resultados festivos**

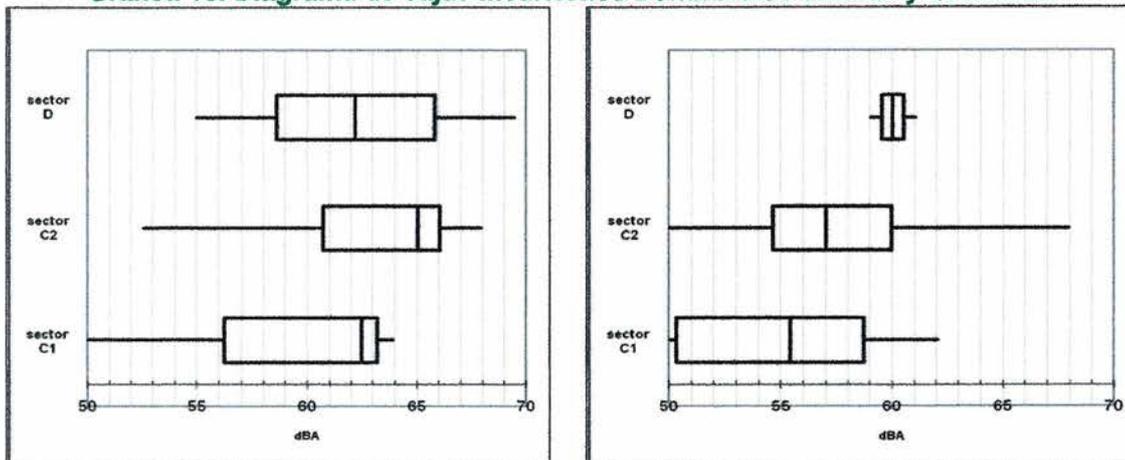
Sector	Subsector	Media	Mediana	Desviación std.	min.	Máx.	Máximos dB(A)
<b>Diurno (7:01 – 21:00)</b>							
Sector C	C1	62,25	62,51	6,33	55,79	68,45	75
	C2	65,71	67,06	5,38	54,69	72,10	70
Sector D		66,36	66,36	8,16	60,59	72,13	55
<b>Nocturno (21:01 – 7:00)</b>							
Sector C	C1	57,30	56,29	7,11	50,73	64,87	70
	C2	60,10	60,66	5,89	48,30	70,56	55
Sector D		64,40	64,40	0,92	63,75	65,06	45

Fuente. Autores, 2011.

En los siguientes diagramas de cajas de las mediciones dominicales diurnas y nocturnas, se puede observar que:

- Las mediciones dominicales del sector C1 se concentran entre 56-63 dB de día y 50-59 dB en la noche, teniendo una variación cercana a los 7 dB.
- Las mediciones dominicales del sector C2 se concentran entre 61 - 66 dB de día y 55-60 dB en la noche, teniendo una variación de 8 dB, aproximadamente, entre el día y la noche.
- Las mediciones dominicales del sector D se concentran entre los 59-66 dB de día y cercana a 60 dB en la noche, teniendo una variación cercana a los 2 dB, aproximadamente, entre dichas mediciones.

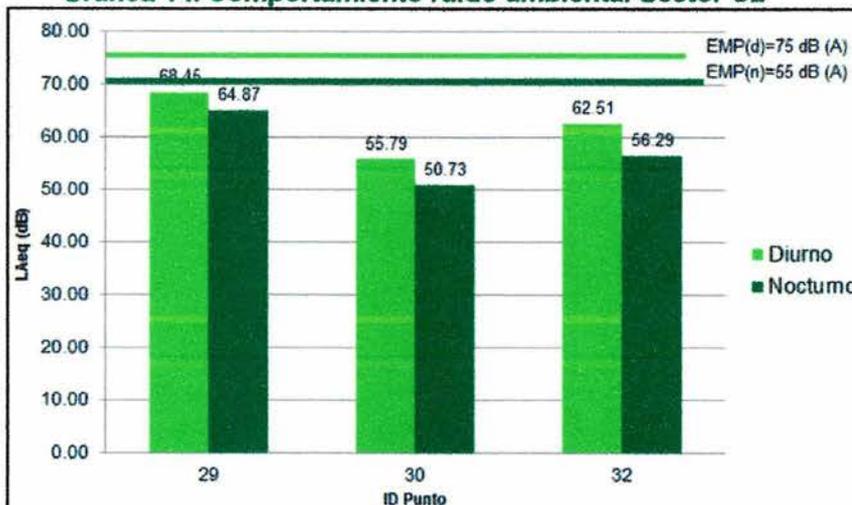
**Gráfica 13. Diagrama de cajas mediciones Dominicales diurnas y nocturnas**



Fuente. Autores, 2011.

Al igual que los resultados obtenidos en las mediciones realizadas entre semana se observa que los puntos donde se registraron niveles equivalentes superiores a los estándares máximos permisibles tanto para periodos diurnos como nocturnos son los que se encuentran ubicados sobre las vías con mayor flujo vehicular, tal es el caso de los puntos ubicados sobre la carrera 11 al sur del municipio donde se encontraron LAeq superiores a los 70 dB, debido a los municipios cercanos que se convierten en lugar de destino de turistas y familias sogamoseñas.

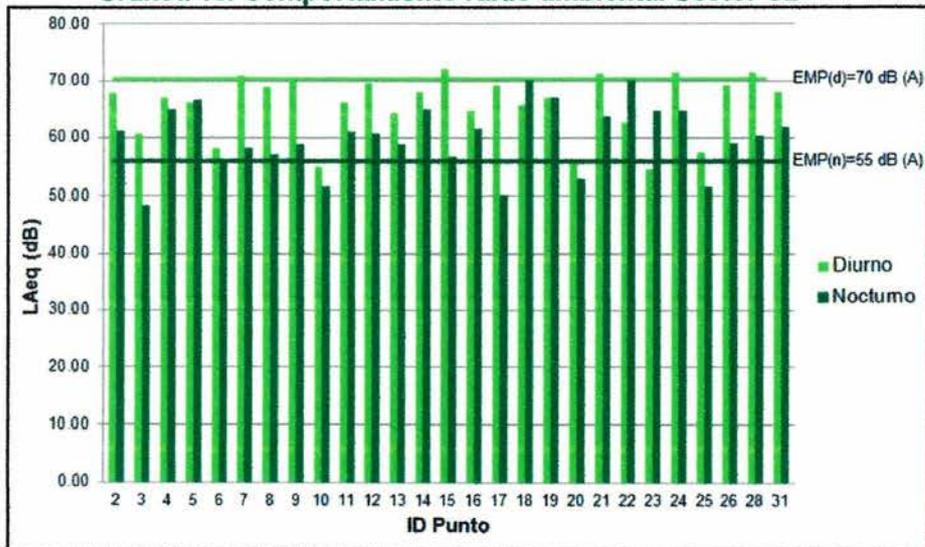
**Gráfica 14. Comportamiento ruido ambiental Sector C2**



Fuente. Autores, 2011

Otro de los puntos que registró uno de los niveles de ruido más altos los días festivos se encuentra en el centro del municipio en la calle 12 con carrera 12 frente al éxito, donde se encontró un nivel equivalente de 72,10 dB superando la norma en un 2,9%.

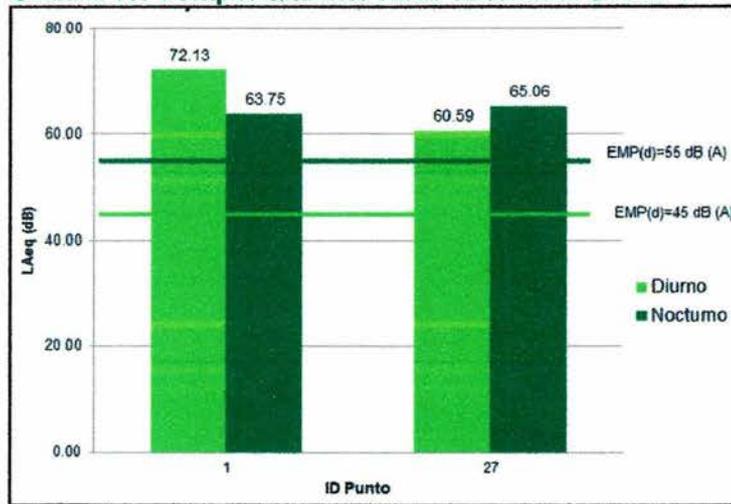
**Gráfica 15. Comportamiento ruido ambiental Sector C2**



Fuente. Autores, 2011

En zonas residenciales y alejadas de puntos estratégicos de comercio como el centro y de vías principales los niveles encontrados no superan los máximos permisibles. Dentro de estos puntos se encuentra el identificado con el ID 3 localizado en la carrera 14 con calle 3S, el punto 6 ubicado en la calle 2Bis con carrera 8, el 10 ubicado en la calle 2A con carrera 20 y los localizados sobre la carrera 10A.

**Gráfica 16. Comportamiento ruido ambiental Sector D**



Fuente. Autores, 2011

En el Anexo 6 se presenta el mapa de usos del suelo del municipio de Sogamoso homologado con los sectores establecidos en la Resolución 627 de 2006.

## 12. ETAPA 5: REALIZAR LOS MAPAS DE RUIDO DE LAS ZONAS URBANAS DE SOGAMOSO

En la elaboración de los mapas digitales de ruido ambiental para el periodo diurno y nocturno del municipio de Sogamoso, se empleó el CadnaA (Computer Aided Noise Abatement) un software especializado que permite importar o introducir directamente información relacionada con emisores superficiales como (bares, discotecas, locales comerciales), carreteras (aforos vehiculares) y alturas de edificios y mediante una base de cálculo compleja arroja resultados de ruido ambiental mediante líneas isófonas además de estimar niveles de presión sonora en puntos estratégicos.

### 12.1 CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE DE PREDICCIÓN DE RUIDO

Los niveles de ruido en un punto receptor pueden obtenerse por cálculo en lugar de medirse. Además, también es posible calcular la propagación del ruido de un punto de medición a otro.

En los siguientes casos, es preferible el método del cálculo y puede ser el único método practicable:

- Cuando los niveles a medir estén contaminados por un ruido de fondo alto, por ejemplo, cuando se determina el ruido de una planta industrial en las proximidades de una vía concurrida.
- Cuando se necesite predecir niveles futuros
- Cuando se necesite comparar distintos escenarios de desarrollos alternativos y de reducción de ruido
- Cuando se necesite hacer mapas de curvas de nivel de ruido
- Cuando haya un acceso limitado a las posiciones de medición

El cálculo normalmente se lleva a cabo de acuerdo con un algoritmo estándar reconocido. Éste, normalmente se determina a nivel nacional, o bien por un sector industrial, y a menudo depende del tipo de fuente.

Los algoritmos normalmente se verifican mediante numerosas mediciones y sobre una gran variedad de escenarios de prueba llegando a obtenerse precisiones (incertidumbre) de 3dB, similar a lo que puede lograrse con las mediciones.

Aunque se dispone de métodos más avanzados, la mayoría de los algoritmos estandarizados de uso corriente son empíricos y están basados en simples leyes de la física. De hecho, muchos de ellos pueden ser aplicados con papel y lápiz. Sin embargo, debido al gran número de puntos de cálculo y de fuentes a tener en cuenta, se usan ordenadores, permitiendo un cálculo, un análisis, una presentación y un informe mucho más rápidos.

Los cálculos se hacen usando un modelo, por ordenador, del ambiente con las fuentes de ruido definidas, la topografía y las características que afectan la propagación del ruido en los puntos de interés (receptor). Se introducen uno o más puntos de cálculo en el modelo y luego se le pide al ordenador que evalúe los niveles de ruido en el modelo. Normalmente, se calculan los niveles LAeq durante períodos largos aunque también suelen estar disponibles los niveles por bandas de octava.

Casi siempre los algoritmos están relacionados con la fuente, limitando su uso a este tipo de fuente en particular. Una excepción a esta regla es la norma ISO 9613, aceptada internacionalmente. Que determina los niveles en puntos receptores basados en los niveles de potencia sonora de fuentes identificadas. Estar definido a partir de los niveles de potencia sonora hace que la norma sea independiente del tipo de fuente (aunque hay limitaciones con respecto a fuentes altamente impulsivas o de velocidad alta).

A continuación se analizan los software de modelación que permiten realizar mapas de ruido.

**Tabla 26 Diferentes software de predicción de ruido**

Programa	Compañía	Compañía Distribuidora	Última versión
SoundPLAN	Braunstein + Berndt GmbHcompany	Dakar Acústica	6.4
Brüel&Kjær Predictor 7810 DGMR	Consulting engineers	Tecsis	6.0
Brüel&Kjær LIMA 7812	Stapelfeldt IngenieuresellschaftmbH	Tecsis	5.0
CadnaA	DataKustikGmbH	Spevi	3.7
IMMI	Wölfel	Wölfel	6.3
MITHRA	CSTB	CSTB	No especificado
ENM	RTA GroupPtyLtd	RTA GroupPtyLtd	No especificado
SPM9613	Power Acoustics, Inc	Power Acoustics, Inc	No especificado
NoiseMap	AtkinsLtd	AtkinsLtd	No especificado

Fuente. dBA Ingeniería, 2008.

### 12.1.1 GENERALIDADES DEL CADNA A

CadnaA (ComputerAidedNoiseAbatement) es el software para el cálculo y presentación, gestión y predicción de la exposición al ruido e impacto de contaminantes atmosféricos. Independientemente que su objetivo sea estudiar la inmisión de ruido de una planta industrial, de un centro comercial incluyendo un parking, de una nueva autopista o línea ferroviaria, o incluso ciudades enteras y zonas urbanizadas, CadnaA está diseñado para llevar acabo todas estas tareas.

CadnaA es una plataforma transparente y sencilla que abarca igualmente simples comprobaciones o estudios extremadamente complejos e investigación científica. La separación del modelo 3D en su entorno natural y el método de cálculo aplicado ofrece flexibilidad única en esta área. Es incluso posible emplear el mismo modelo con niveles calculados en diferentes estándares nacionales sin necesidad de modificarlo.

- Cálculo basado en cerca de 30 estándares y normas
- Mallas de niveles en fachadas de edificios para mostrarlos en paleta de colores de acuerdo a los niveles de presión sonora
- Hasta 4 parámetros de evaluación paralelos – p.e. L(día),L(noche), L(dn), L(tarde), L(den)

- Cálculo y almacenamiento de niveles parciales de todos los emisores sonoros para cualquier número fijo de puntos receptores – por tanto es posible realizar un análisis detallado sin necesidad de recalcular
- Los niveles en los puntos de la malla (mapas de ruido) pueden sumarse, restarse y procesarse con cualquier función definida por el usuario
- Procesado paralelo en cualquier número de ordenadores para reducir el tiempo de cálculo en mapas de ruido a gran escala (cientos o incluso miles de km<sup>2</sup>) con PCSP (Program Controlled Segmented Processing)
- Soporte Multi-threading – uso paralelo de todos los procesadores de un PC multicore, con una sola licencia.

Los modelos que utiliza este software son consistentes con los métodos dispuestos en la Directiva 2002/46/CE, es decir, utiliza los métodos: NMPB para ruido de carretera, RMR-SRM II para ruido de trenes, ISO 9613-2 para ruido de industria y ECAC. CEAC doc. 29 para ruido de aeropuertos. No obstante lo anterior el software incluye numerosas normas locales de los países europeos para cada uno de las fuentes de ruido nombradas. Este programa permite el cálculo de los niveles de ruido tomando en cuenta las reflexiones de hasta orden 20.

Este software puede exportar los resultados calculados hacia archivos DXF para su incorporación en planos y mapas digitales, SIG para creación de mapas cartografiados, archivos de bases de datos en formatos TXT, hacia otros formatos de software de modelación como LIMA y MITHRA y finalmente se pueden exportar los datos hacia el software de posicionamiento global gráfico Google Earth mediante archivos KML donde se exportan las líneas de contorno en forma de fotografía y las edificaciones en forma de elementos 3D.

---

### 12.1.2 ESCENARIOS

De acuerdo a la directiva 2002/49/CE de la comunidad europea, el software permite numerosos formatos de importación, herramientas de conversión y

modificación que permite acceso a los datos existentes en formatos digitales. Características de manejo y validación para corroborar geometría y datos de los objetos en el modelo. Se implementan indicadores de ruido tales como L den y L night incluyendo los horarios específicos que comprenden los períodos de día para día, tarde y noche.

Cálculo de puntos receptores en una grilla. Cálculo distribuido de proyectos de cualquier tamaño en varios computadores en una red. Herramientas para calcular número de habitantes. Herramientas de exportación con información de los resultados hacia el público.

En teoría las limitaciones del software con respecto al tamaño del modelo a realizar son: 16 millones de objetos por cada tipo de objeto presente en el programa, 2 mil millones de puntos por cada objeto y una malla de cálculo de 2 mil millones por 2 mil millones de puntos. Es decir que las limitaciones del tamaño de los proyectos no están dadas por el software sino que por el hardware presente en la máquina donde se trabaja. Para que esta limitación de hardware no sea un problema, CadnaA ofrece herramientas con tecnología PCSP para distribución de cálculos y extensiones para realizar cálculos en redes. Debido a lo anterior, con CadnaA se pueden realizar modelaciones para proyectos de cualquier tamaño.

### **12.1.3 ARCHIVOS QUE PERMITE IMPORTAR Y EXPORTAR**

En este software se pueden importar datos de archivos de CAD, archivos SIG, bases de datos y otras aplicaciones. Es posible importar coordenadas de puntos y todos los atributos de objetos con la interfaz ODBC. Estos datos pueden ser administrados y actualizados en hojas de cálculo tipo Excel o bases de datos tipo Access u Oracle. Esto hace posible, por ejemplo, actualizaciones de datos ordenados de construcciones de nuevas vías accediendo periódicamente a las bases de datos de sus sistemas. Finalmente se pueden importar archivos desde otros programas de modelación como Mithray Lima.

En la elaboración de los mapas digitales de ruido ambiental para el periodo diurno y nocturno del municipio de Sogamoso, se empleó el CadnaA (Computer Aided Noise Abatement), un software especializado que permite importar o introducir directamente información relacionada con emisores superficiales como (bares, discotecas, locales comerciales), carreteras (aforos vehiculares) y alturas de edificios y mediante una base de cálculo compleja arroja resultados de ruido ambiental mediante líneas isófonas además de estimar niveles de presión sonora en puntos estratégicos.

## 12.2 DATOS DE ENTRADA AL MODELO

### 12.2.1 EMISORES SUPERFICIALES

Los emisores superficiales o fuentes de emisión de ruido son uno de los factores claves en la modelación de ruido ambiental, razón por la cual fue necesario identificar zonas de mayor generación de ruido y ubicar establecimientos comerciales, bares con elevados niveles de ruido y hallar el ruido por emisión.

El procedimiento para la medición del ruido por emisión se basó en la resolución 0627 de 2006. A continuación se resumen los datos del nivel de emisión (LRAeq, 1h) y el nivel de emisión residual (LRAeq, 1h residual) para el local comercial ubicado en la Cra 11 N° 12-50.

**Tabla 27 Resumen de resultados de emisor superficial**

L <sub>Aeq</sub> ,1h			L <sub>Aeq</sub> ,1h residual		
<b>L<sub>Aeq</sub></b>	79,6	db	<b>L<sub>A1,90%</sub></b>	74,9	db
<b>L<sub>Aeq</sub></b>	74,4	db	<b>L<sub>Af,90%</sub></b>	69,8	db

Fuente. Autores, 2011.

La corrección de nivel  $K_T$  toma en consideración los componentes tonales del ruido en el lugar de la medición y durante el tiempo que estén presentes estos tonos, para los valores de nivel de emisión (LRAeq,1h) se encontró una percepción fuerte de componentes tonales a partir de los 500Hz, por lo cual fue necesario corregir el nivel L<sub>Aeq</sub> por adición de 6dB(A), mientras que el nivel de

emisión residual (LRAeq,1h residual) fue corregido por adición de 3dB debido a la presencia de componentes tonales netos en el rango de frecuencias entre los 160 a 400Hz.

La corrección de nivel  $K_i$  toma en los componentes impulsivos en el lugar de la medición y durante el tiempo que estén presentes los respectivos impulsos, para los valores de nivel de emisión (LRAeq,1h) y el nivel de emisión residual (LRAeq,1h residual), existe percepción neta de componentes impulsivos razón por la cual fue necesario corregirlos por adición de 3dB a cada uno de los mismos.

**Tabla 28 Niveles corregidos de emisor superficial**

LRAeq,1h		LRAeq,1h residual	
<b>L<sub>A</sub>eq</b>	79,6 db	<b>L<sub>A</sub>I,90%</b>	74,9 db
<b>L<sub>R</sub>Aeq</b>	80,4 db	<b>L<sub>R</sub>A<sub>F</sub>,90%</b>	72,8 db

Fuente. Autores, 2011.

Luego de realizar las respectivas correcciones, la emisión de ruido o aporte de este emisor superficial, de acuerdo con el Artículo 8 de la Resolución 627 de 2006, se calcula por la expresión:

$$Leq_{emision} = 10 \log(10^{LRAeq,1h/10} - 10^{LRAeq,1h,residual/10})$$

Donde:

$Leq_{emision}$  = Nivel de emisión de presión sonora, o aporte de la fuente sonora, ponderado A,

$L_{RAeq,1h}$  = Nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A, medido en una hora,

$L_{RAeq,1h,Residual}$  = Nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A, residual, medido en una hora.

Teniendo en cuenta esta ecuación, se procedió a calcular el nivel total de emisión:

$$Leq_{emision} = 10 \log(10^{80,4/10} - 10^{72,8/10})$$

$$Leq_{emision} = 79,57db$$

En el Anexo 7 se muestra el consolidado de los datos obtenidos en campo de los emisores superficiales identificados en el municipio de Sogamoso con sus respectivos cálculos y correcciones.

---

### **12.2.2 AFOROS VEHICULARES**

Teniendo en cuenta que una de las principales fuentes de emisión de ruido en áreas urbanas corresponde al parque automotor, el software permite introducir atributos como intensidad media horaria, porcentaje de vehículos pesados en periodo diurno y nocturno, ancho de vía y velocidad promedio en cada una de las vías que conforman la malla vial del municipio.

Debido a que dentro de la información suministrada por la Oficina Asesora de Planeación y Corpoboyacá se encontraron registros de aforos vehiculares recientes (2007), no fue necesario realizar aforos vehiculares sin embargo, la información recopilada fue organizada y procesada para ser alimentada al software.

En el Anexo 8, se encuentran la información procesada de los registros suministrados por la Oficina Asesora de Planeación.

---

### **12.2.3 ALTURA DE EDIFICIOS**

Cuando una onda sonora encuentra un obstáculo sólido (edificio), una parte de la energía es reflejada por el obstáculo, otra parte es absorbida por el mismo, penetrando en su interior y transformándose en vibraciones mecánicas que pueden eventualmente radiar nuevas ondas acústicas, y, finalmente, el resto de la energía "bordea" el obstáculo, produciéndose una perturbación del campo acústico por efecto de la difracción.

Teniendo en cuenta lo anterior y que dentro de la información suministrada por la Alcaldía se encontraron alturas de los principales edificios del municipio, se procedió a organizar la información existente e incluirla dentro de la modelación

con el fin de tener en cuenta los factores que pudieran afectar los resultados arrojados por el software y obtener un mapa más cercano a la realidad.

### 12.3 UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE

A continuación se muestra el algoritmo de utilización del software de predicción de ruido CadnaA, desde la introducción de datos de entrada hasta el análisis de los resultados obtenidos.

Figura 11. Algoritmo de utilización del CadnaA

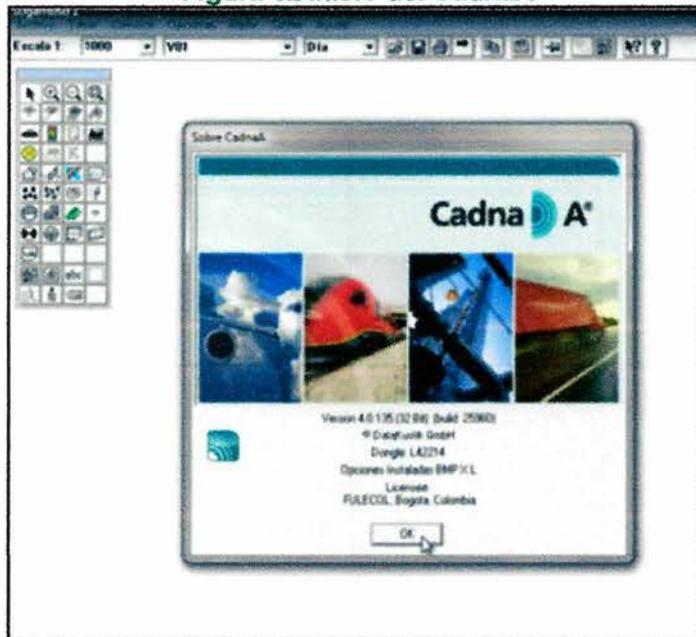


Fuente. Autores, 2011.

#### 12.3.1 Crear un nuevo proyecto

Se abre el software y se crea un nuevo proyecto con formato .cna, para luego introducir los datos de entrada, importándolos desde arcGIS con sus respectivos atributos.

**Figura 12 Inicio del CadnaA**

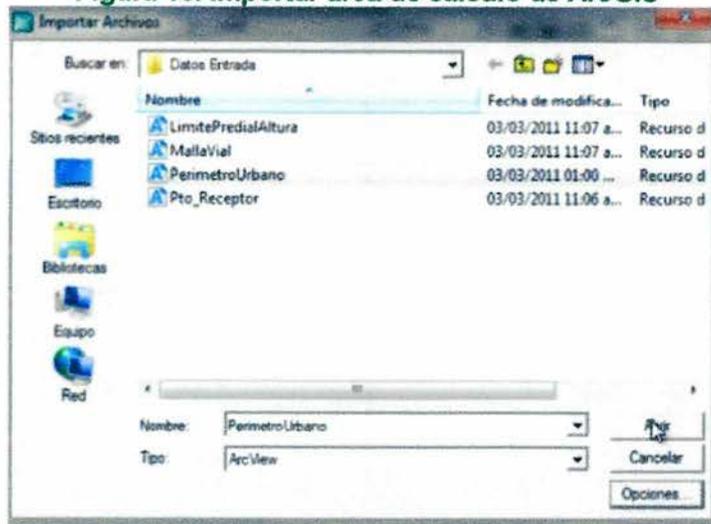


Fuente. Autores, 2011.

### 12.3.2 Importar área de cálculo

Se debe crear un área de cálculo, en donde el software realizará los cálculos de los niveles de ruido ambiental. En el caso de los mapas en zonas urbanas, se establece como área de cálculo el perímetro urbano del municipio a modelar.

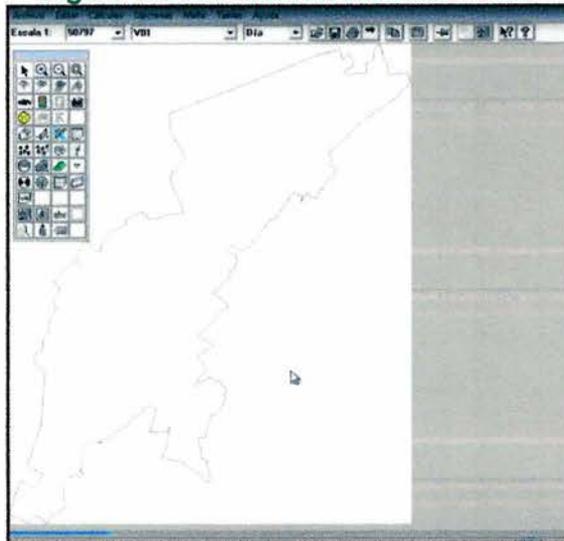
**Figura 13. Importar área de cálculo de ArcGIS**



Fuente. Autores, 2011.

En la siguiente figura se muestra la ventana con el área de cálculo importada.

**Figura 14. Ventana con área de cálculo**

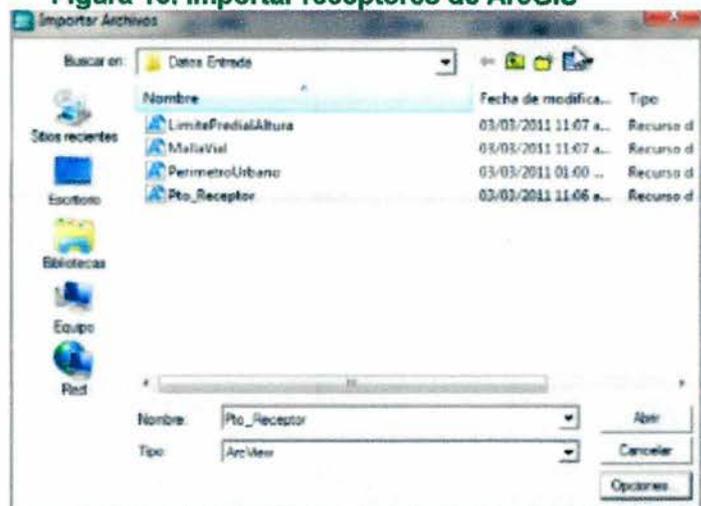


Fuente. Autores, 2011.

### 12.3.3 Importar receptores

Los receptores a importar, corresponden a los puntos de medición en campo, ya que genera un dato exacto del valor modelado en este punto y permite comparar estos dos valores.

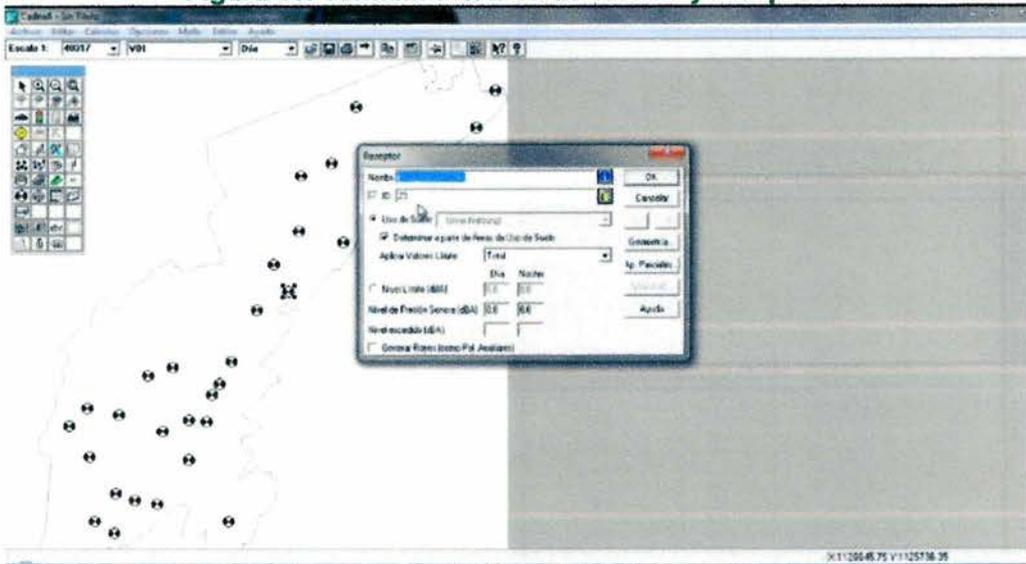
**Figura 15. Importar receptores de ArcGIS**



Fuente. Autores, 2011.

En la siguiente figura se muestra la ventana con los receptores y el área de cálculo importados.

**Figura 16. Ventana con área de cálculo y receptores.**

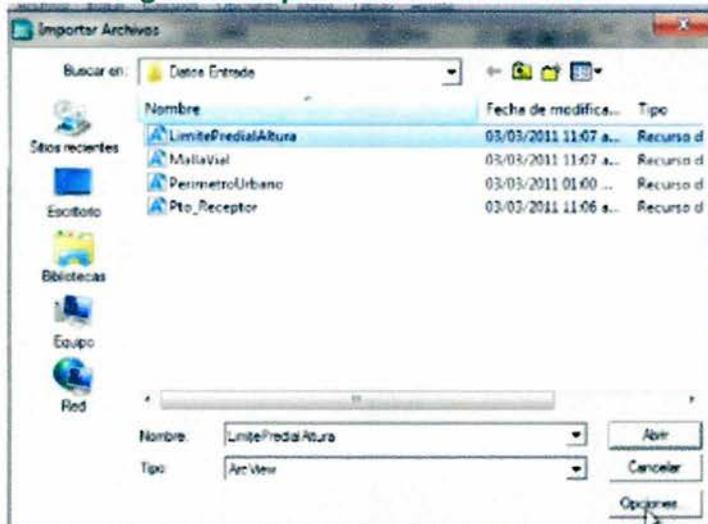


Fuente. Autores, 2011.

### 12.3.4 Importar edificaciones

Por medio de la cartografía suministrada por la Alcaldía Municipal y Corpoboyacá de los predios y edificaciones, se introdujeron al software luego de organizar la información en arcGIS obtenida en campo sobre las alturas de edificios.

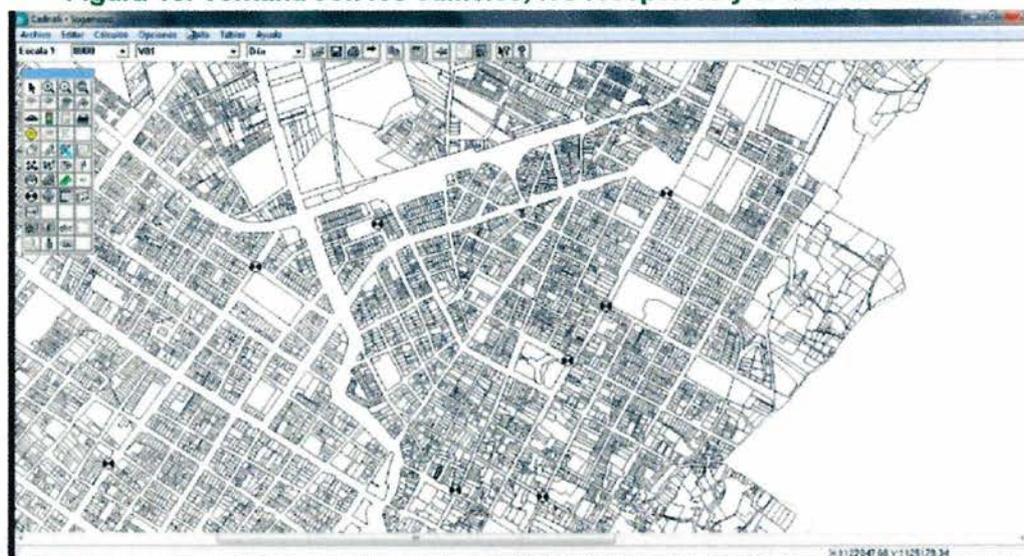
**Figura 17. Importar edificios de ArcGIS**



Fuente. Autores, 2011.

En la siguiente figura se muestra la ventana con los edificios, los receptores y el área de cálculo, importados.

**Figura 18. Ventana con los edificios, los receptores y el área de cálculo**

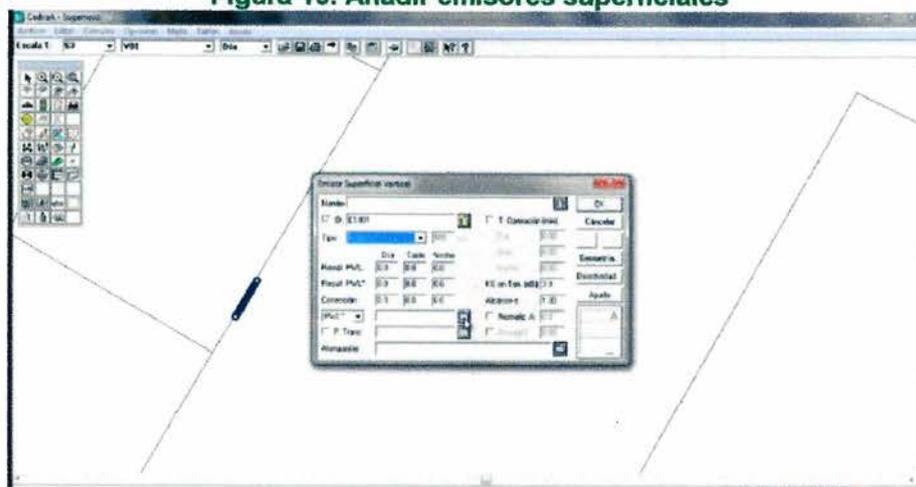


Fuente. Autores, 2011.

### 12.3.5 Añadir emisores superficiales

Los emisores superficiales corresponden, principalmente, a establecimientos comerciales que generan altos niveles de ruido que son monitoreados siguiendo el procedimiento establecido en la Resolución 627 de 2006, los cuales se introducen al modelo y este calcula su potencia sonora.

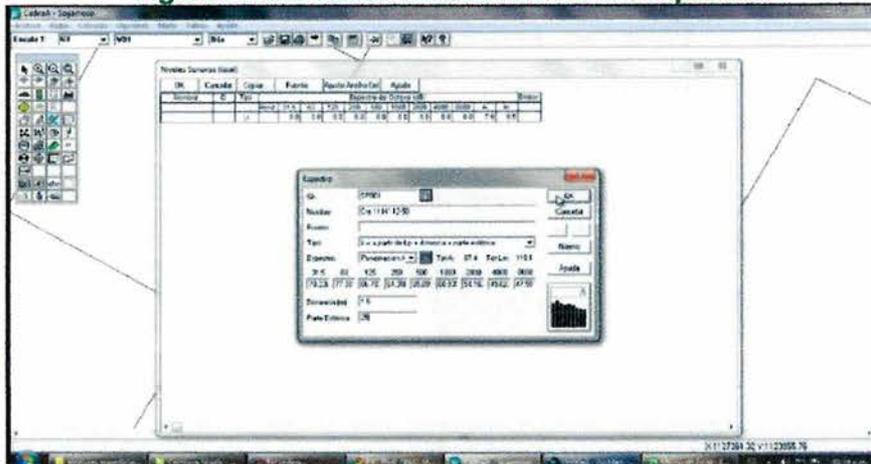
**Figura 19. Añadir emisores superficiales**



Fuente. Autores, 2011.

En la siguiente figura se muestra la ventana en donde se deben introducir las características de la fuente de emisión superficial que permiten calcular la potencia sonora.

**Figura 20. Introducir características del espectro**

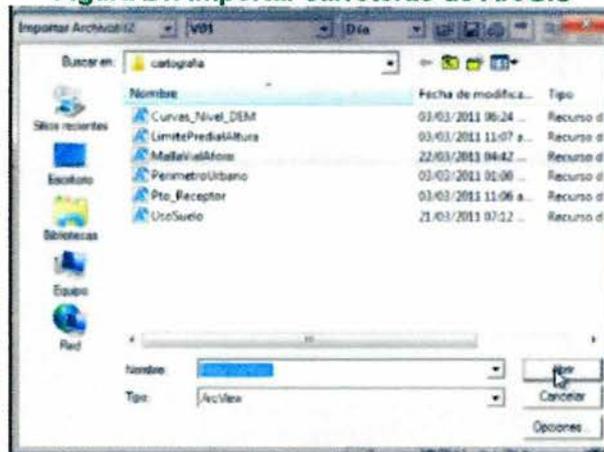


Fuente. Autores, 2011.

### 12.3.6 Importar carreteras

Por medio de la cartografía suministrada por la Alcaldía Municipal y Corpoboyacá de la malla vial, esta se introdujo al software luego de organizar la información en arcGIS obtenida en campo sobre los aforos vehiculares.

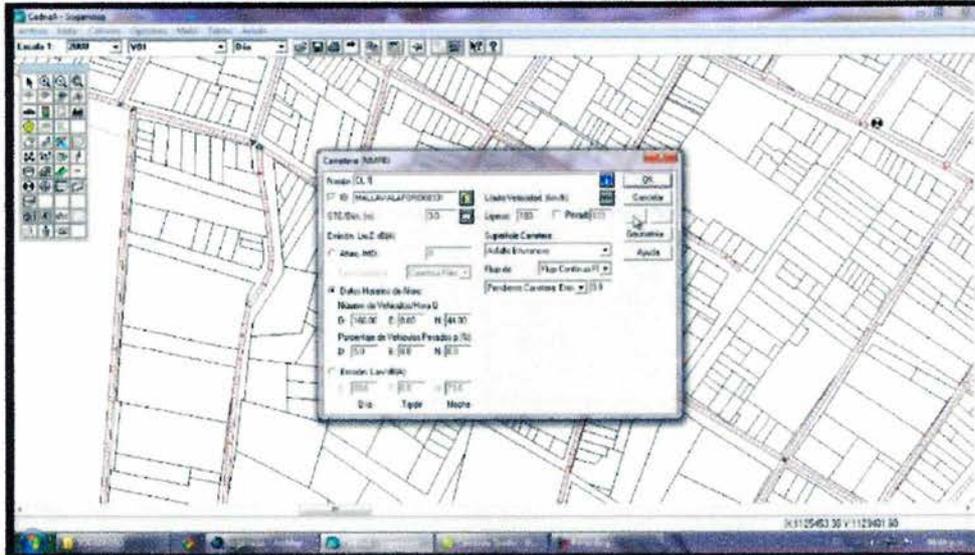
**Figura 21. Importar carreteras de ArcGIS**



Fuente. Autores, 2011.

En la siguiente figura se muestra la ventana con la malla vial, los edificios, los receptores y el área de cálculo, importados.

**Figura 22. Ventana con la malla vial, los edificios, los receptores y el área de cálculo**

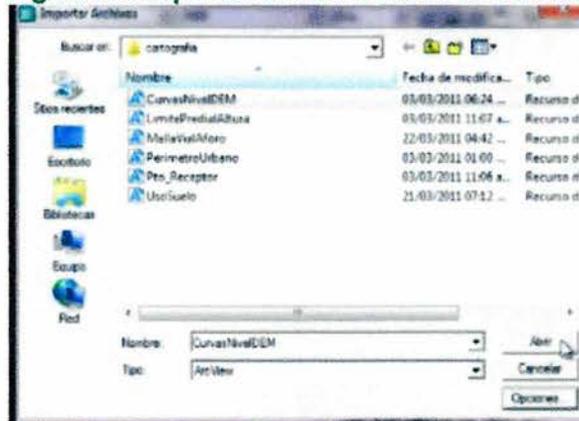


Fuente. Autores, 2011.

### 12.3.7 Importar topografía

Por medio de la cartografía suministrada por la Alcaldía Municipal y Corpoboyacá de las curvas de nivel, se importó la capa con los atributos de altura con el fin de obtener la topografía del área.

**Figura 23. Importar curvas de nivel de ArcGIS**



Fuente. Autores, 2011.

Las otras capas introducidas al proyecto se deben ajustar al terreno, por lo cual se utiliza una opción dentro de la ventana modificar atributos que nos permite realizar esta función (Ajustar Objeto a MDT).

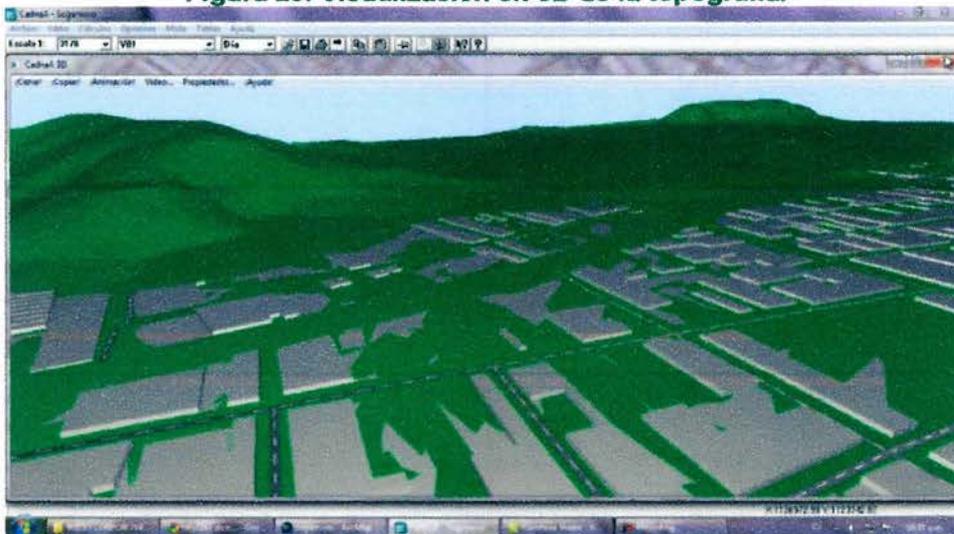
**Figura 24. Ajustar elevación del terreno a los objetos**



Fuente. Autores, 2011.

En la siguiente figura se observa como quedan las edificaciones con el ajuste de la elevación del terreno.

**Figura 25. Visualización en 3D de la topografía.**



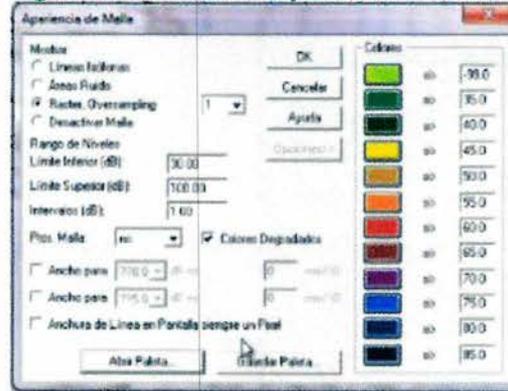
Fuente. Autores, 2011.

### 12.3.8 Calcular receptores y malla

En el CadnaA se deben realizar dos cálculos, el de los receptores y el de la malla. El primero corresponde al cálculo del nivel de ruido ambiental sobre los receptores, mientras que el segundo crea una malla o grilla invisible que calcula los valores, en este caso, cada 100 m horizontal y vertical, y de esta forma crea el mapa de ruido.

A la malla se le establecen los colores para cada rango de niveles, los cuales se encuentran establecidos en la Resolución 627 de 2006.

**Figura 26. Introducir apariencia de Malla**



Fuente. Autores, 2011.

A este nivel, ya deben estar introducidos todos los datos de entrada para correr el software dentro de la ventana Malla, opción Calc Malla.

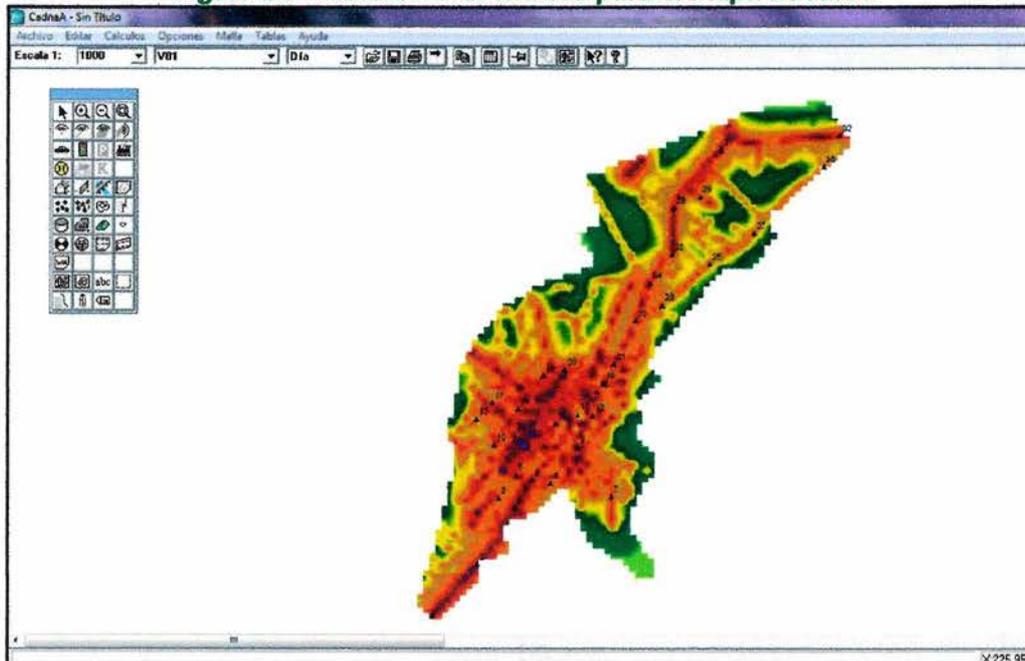
**Figura 27. Calcular malla**



Fuente. Autores, 2011.

El resultado obtenido de la modelación es el mapa de ruido diurno y nocturno, y se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 28. Resultados obtenidos para el mapa de ruido**



Fuente. Autores, 2011.

## 12.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE MODELACIÓN

Para el análisis del mapa de ruido ambiental y la identificación de las áreas de mayor impacto sonoro se tiene en cuenta la combinación de colores para representaciones gráficas establecida en el Anexo 5 de la Resolución 0627/06.

Los mapas de ruido para periodo semanal y dominical horario diurno y nocturno, se encuentran en los Anexos 10, 11, 12 y 13 respectivamente. A continuación se presentan los resultados de los mapas de ruido modelados.

### 12.4.1 Mapa de ruido ambiental Semanal Diurno y Nocturno

- En los mapas se observa que en el punto de monitoreo 29 donde se localiza el parque industrial, uno de los principales focos de ruido en el municipio, el color predominante en horario diurno corresponde a lila indicando la presencia de

niveles de ruido entre los 70 a 75 dB. En horario nocturno estos niveles no disminuyen por lo que sigue evidenciando este color en la zona esto debido a que el tiempo de operación en algunas industrias es de 24 horas.

- Como se observa en el mapa de ruido ambiental para horario diurno, el color lila que representa zonas con niveles de ruido entre los 70 a 75 dB se encuentra presente en el centro del municipio en sectores como carreras 15 y 16 entre calles 4 y 8 así como carrera 12 entre calles 10, 11,14 y 15. Los niveles calculados por el modelo están relacionados con la gran actividad comercial de estas zonas. Por otra parte este color predomina también en puntos donde se evidencia un alto flujo vehicular tal es el caso de la carrera 11, diagonal 59 y carrera 12.
- El color lila y cinabrio también predomina en horario diurno a lo largo de la carrera 11 lo que indica la presencia de niveles de ruido entre los 70 y 75 dB provenientes del alto flujo de vehículos entre livianos, pesados y motos, mientras que en horario nocturno el color que prevalece es el rojo cinabrio, por la disminución del flujo de vehículos que a su vez reduce en forma significativa los niveles de ruido presentes a lo largo de esta vía.
- El color naranja y amarillo predomina en la mayoría del perímetro urbano en horario diurno principalmente en los sectores donde no hay influencia directa de fuentes importantes de ruido como son vías de alto flujo vehicular, parque industrial y establecimientos comerciales, caracterizándose por la presencia de niveles entre los 55 a 65 dB, y el verde prevalece principalmente en los límites del perímetro indicando la presencia de bajos niveles de ruido que van desde los 35 a 50 dB.
- En horario nocturno los colores varían ya que como se observa en el mapa el verde comienza a predominar en áreas residenciales debido a la baja actividad en horas de la noche en algunas zonas mientras que el naranja y amarillo

sigue predominando en áreas no estrictamente residenciales donde existe influencia de algunas fuentes importantes de ruido como lo es el centro, las áreas aledañas al parque industrial y a las principales vías como la carrera 11.

- En general se observa que en los sectores donde predominaba el color lila en horario diurno, ahora prevalece el color cinabrio característico de niveles entre los 60 a 65 dB(A), esto debido a que durante las horas de la noche los niveles disminuyen por el cese de actividades en establecimientos comerciales, sin embargo, en el mapa se observa que en algunas zonas del municipio como la carrera 11 con calle 1 y carrera 14 con calle 2 donde se ubican bares y tabernas pero principalmente en el parque industrial donde se ubica el punto de monitoreo 29 (carrera 10D calle 51) y sobre la diagonal 59 aproximadamente en la calle 68, se alcanza a distinguir el color lila siendo estas las áreas que presentan los niveles de ruido más altos en horas nocturnas.

#### **12.4.2 Mapa de ruido ambiental Dominical Diurno y Nocturno**

En periodo dominical diurno el mapa nos muestra que al igual que en el periodo semanal los mayores niveles de ruido se presentan sobre las principales vías del municipio, en el centro del municipio donde se evidencia actividad comercial y en el área aledaña al parque industrial, en estos sectores el color que predomina es el rojo cinabrio característicos de zonas con niveles de ruido entre los 60 a 65 dB(A); en áreas aledañas a las zonas donde se evidencia los mayores niveles de ruido el color predominante es el naranja y el amarillo indicando la presencia de niveles entre los 45 a 60 dB(A). En áreas residenciales lejanas a las fuentes principales de ruido y las áreas límites del perímetro urbano se observan niveles de ruido entre los 35 a 45 dB(A) predominando el color verde claro y oscuro.

En horario nocturno el mapa nos muestra que en general los niveles de ruido son menores en todo el perímetro urbano del municipio, los mayores niveles se siguen

presentando en las principales vías aunque en niveles entre los 55 a 60 dB(A) por lo cual se observa que los colores predominantes corresponden al naranja claro y ocre. La zona donde se observan los mayores niveles de ruido en horario nocturno por la presencia de color rojo cinabrio (60-65 dB(A)) corresponde al sector aledaño al parque industrial (ID29).

## **12.5 MAPAS DE CONFLICTO**

Los mapas de conflicto se elaboraron homologando los usos del suelo definidos dentro del perímetro urbano del municipio con los sectores establecidos en el Artículo 17 de la Resolución 0627 de 2006, una vez homologados el modelo superpone al mapa de ruido ambiental, los niveles de cada sector con el fin de evidenciar las diferencias existentes entre los límites máximos permisibles de la norma y los calculados por este.

Teniendo en cuenta los resultados encontrados en los mapas de conflicto arrojados por el modelo para el municipio de Sogamoso se observa lo siguiente:

### **12.5.1 Mapa de conflicto semanal Diurno y Nocturno**

Como se observa en el mapa de conflicto periodo semanal diurno (Anexo 14) en la mayoría del perímetro urbano no se evidencian variaciones significativas entre los usos del suelo definidos y los niveles calculados por el modelo, sin embargo, en algunas zonas como la carrera 15 entre calles 47 y 49 se evidencia color azul oscuro que indica una diferencia superior a 9 dB entre el límite máximo permisible para este sector que corresponde a 55 dB por ser una zona destinada a explotación agropecuaria y el arrojado por el modelo donde el mapa de ruido ambiental muestra la presencia en este sector de niveles superiores a 65 dB.

En la carrera 15 con calle 4 se presenta la misma situación descrita anteriormente, el mapa de conflicto nos muestra una diferencia significativa de más de 9 dB entre la norma que para el sector residencial donde se ubica la zona

en conflicto es de 65 dB y el nivel calculado por el modelo que se encuentra aproximadamente entre los 70 a 80 dB, esta diferencia se presente debido a que la zona está destinada como uso residencial, sin embargo, se desarrollan actividades comerciales que elevan los niveles superando el límite máximo permitido.

El mapa de conflicto semanal nocturno (Anexo 15), muestra en diferentes zonas variaciones significativas entre los estándares máximos permisibles y los niveles arrojados por el modelo, dentro de estos se encuentra el área comprendida entre carreras 15 a 16 entre calles 3 a 5 donde predomina el color azul oscuro indicando una diferencia de más de 10 dB, esta diferencia se atribuye a las actividades comerciales desarrolladas en el sector que no concuerdan con el uso definido por planeación municipal que corresponde a uso residencial.

En el sur del municipio entre las calles 23 Sur a 13 Sur predominan los colores azul, lila rojo y amarillo que indican diferencias de 3 a 10 dB, las mayores variaciones se presentan sobre la carrera 11 por ser una vía principal de alto flujo vehicular donde el modelo arroja niveles entre los 60 a 65 dB pero que comparados con los niveles permitidos en horario nocturno para el uso múltiple al que corresponde el sector que es de 55 dB (Sector C2) superan la norma en un amplio margen.

La misma situación se observa en áreas aledañas a la zona industrial donde se presenta un conflicto debido a la presencia de zonas con usos agropecuarios (carrera 10ª entre calles 46 y 54) muy cercanas a industrias cuyos niveles alcanzan a ser percibidos y que según la modelación se encuentran entre los 55 a 60 dB, siendo superiores al nivel permitido en estas zonas que corresponde a 45 dB en horario nocturno.

### 12.5.2 Mapa de conflicto Dominical Diurno y Nocturno

El mapa de conflicto dominical diurno (Anexo 16) muestra que no existen diferencias significativas entre los límites máximos permisibles y los niveles calculados por el modelo, razón por la cual el color predominante es el verde.

Con relación al mapa de conflicto para horario nocturno (Anexo 17), se observa que en algunas zonas principalmente al norte del municipio en áreas cercanas a fuentes generadoras de ruido como industrias (ID 27) se presentan diferencias de 5 dB que son menores a las encontradas en periodo semanal nocturno, esto debido a que la actividad en días semanales es mucho menor y en la norma no hay distinción de estándares máximos permisibles en periodo nocturno semanal y dominical, razón por la cual el mapa semanal muestra un mayor conflicto y variaciones de mayor significancia.

## 12.6 VALIDACIÓN DEL MODELO

Las medidas acústicas tomadas en campo para calibrar y validar los niveles obtenidos en la simulación, se realizaron en diferentes zonas del municipio entre los meses de Enero y Febrero de 2011.

Previamente al inicio de todo el proceso de medición se realizó una visita de reconocimiento del terreno que permitió definir los puntos en los cuales se realizaron mediciones de ruido en cuya elección se tuvieron los siguientes criterios.

- Sitios representativos del clima sonoro de la zona en estudio en donde se pudieran evidenciar los distintos tipos de tráfico (tipos de vehículos, flujos, velocidades).
- Zonas reportadas con altos niveles de ruido
- Lugares que permitieran mantener las condiciones de seguridad del personal técnico y los equipos.

Los tiempos de muestreo se realizaron según lo establecido por la resolución 0627 de 2006 y a continuación, en las tablas 29 y 30 se presenta la validación de los niveles medidos en campo y los calculados por medio del modelo CadnaA.

**Tabla 29. Diferencia niveles medidos y calculados periodo semanal**

ID	LAeq MODELADO (dBA)	LAeq MON ITOREADO (dBA)	VALIDACION	ID	LAeq MODELADO (dBA)	LAeq MON ITOREADO (dBA)	VALIDACION
1	66.3	68.15	-1.85	1	60.6	61.97	-1.37
2	65.7	67.70	-2.00	2	60.9	61.29	-0.39
3	58.5	59.43	-0.93	3	53.8	50.90	2.90
4	65.3	66.68	-1.38	4	60.6	61.96	-1.36
5	70.9	73.28	-2.38	5	67.2	70.01	-2.81
6	58.2	58.03	0.17	6	58.7	60.24	-1.54
7	65.6	63.54	2.06	7	56.4	54.54	1.86
8	64.6	65.87	-1.27	8	57.7	55.79	1.91
9	64.9	66.95	-2.05	9	54.5	56.98	-2.48
10	64	61.26	2.74	10	54.2	52.55	1.65
11	64.9	66.18	-1.28	11	58.5	59.49	-0.99
12	66.2	66.80	-0.60	12	53.3	52.84	0.46
13	61.4	63.16	-1.76	13	52.6	50.92	1.68
14	64.2	67.10	-2.90	14	58.1	55.75	2.35
15	68.6	71.87	-3.27	15	54.7	53.85	0.85
16	57.6	55.94	1.66	16	57.1	60.09	-2.99
17	67.8	70.42	-2.62	17	61.5	63.47	-1.97
18	65	66.69	-1.69	18	60.1	58.18	1.92
19	60	60.17	-0.17	19	57.6	56.25	1.35
20	56.2	55.10	1.10	20	55.4	56.81	-1.41
21	53.5	51.20	2.30	21	57	58.76	-1.76
22	60.7	63.21	-2.51	22	56.4	58.16	-1.76
23	60.6	61.04	-0.44	23	55.6	55.07	0.53
24	67.6	69.93	-2.33	24	61.8	62.33	-0.53
25	60.5	63.02	-2.52	25	56.6	59.40	-2.80
26	67.5	70.18	-2.68	26	60.9	58.83	2.07
27	65.2	68.28	-3.08	27	54.8	55.82	-1.02
28	67.5	69.39	-1.89	28	60.5	58.15	2.35
29	70	72.04	-2.04	29	61.8	60.43	1.37
30	52.2	54.96	-2.76	30	49.6	50.30	-0.70
31	69.3	71.77	-2.47	31	60.9	59.45	1.45
32	69	71.14	-2.14	32	58.9	56.70	2.20

Fuente. Autores, 2011.

En la tabla anterior se presentan las diferencias entre los niveles medidos y los calculados, para los periodos de referencia diurno y nocturno. Como se puede observar ninguno de los puntos monitoreados presentaron desviaciones significativas, es decir, mayores a  $\pm 3$  dB(A), por lo anterior el nivel de confianza

de las representaciones gráficas es del 100% tanto para horario diurno como para nocturno.

**Tabla 30. Diferencia niveles medidos y calculados periodo dominical**

ID	LAeq MODELADO (dBA)	LAeq MON ITOREADO (dBA)	VALIDACIÓN	ID	LAeq MODELADO (dBA)	LAeq MON ITOREADO (dBA)	VALIDACIÓN
1	70.5	69.44	1.06	1	58.1	61.03	-2.93
2	68.9	66.40	2.50	2	56.3	55.25	1.05
3	59.3	57.61	1.69	3	49.9	48.30	1.60
4	68.7	66.01	2.69	4	58.2	59.94	-1.74
5	63	61.17	1.83	5	58.1	60.63	-2.53
6	54.9	55.38	-0.48	6	53.8	52.12	1.68
7	67.8	65.18	2.62	7	57.3	55.07	2.23
8	69.5	66.76	2.74	8	56.8	57.04	-0.24
9	63.1	65.18	-2.08	9	56	55.47	0.53
10	55.5	52.59	2.91	10	50.9	47.46	3.44
11	63.2	63.62	-0.42	11	57	60.00	-3.00
12	63.9	65.03	-1.13	12	56.9	55.99	0.91
13	60.2	62.30	-2.10	13	52.9	54.37	-1.47
14	65.4	65.94	-0.54	14	56.2	55.61	0.59
15	69.1	67.93	1.17	15	55.5	54.95	0.55
16	62.4	60.28	2.12	16	59.5	58.68	0.82
17	64.2	65.59	-1.39	17	49.8	47.88	1.92
18	64.3	62.67	1.63	18	64.4	66.37	-1.97
19	63.8	62.47	1.33	19	62.7	63.86	-1.16
20	55.9	53.62	2.28	20	52.8	49.80	3.00
21	64.7	66.15	-1.45	21	60.8	61.44	-0.64
22	62.2	61.21	0.99	22	64.9	67.96	-3.06
23	52.5	53.29	-0.79	23	63.5	61.71	1.79
24	67.1	67.51	-0.41	24	60.1	60.00	0.10
25	53	53.05	-0.05	25	49.7	46.73	2.97
26	64.8	66.21	-1.41	26	59.5	57.72	1.78
27	57.2	55.01	2.19	27	58.8	59.06	-0.26
28	65.4	67.65	-2.25	28	61.1	58.20	2.90
29	63.1	63.91	-0.81	29	64.8	62.06	2.74
30	52.5	50.04	2.46	30	46.9	45.28	1.62
31	63	66.00	-2.99	31	57.4	59.09	-1.69
32	62.1	62.51	-0.41	32	57.8	55.44	2.36

Fuente. Autores, 2011.

En la tabla anterior se presentan las diferencias entre los niveles medidos y los calculados, de las simulaciones realizadas para los mapas de ruido de los días dominical y festivo en los periodos de referencia diurno y nocturno; como se observa en horario diurno ninguno de los puntos presentó una diferencia significativa, mientras que en horario nocturno de los 32 puntos de monitoreo tan

solo dos (10 y 22) presentaron variaciones superiores a los  $\pm 3$  dB(A), por lo tanto, según el proceso de validación, el porcentaje de confianza de las representaciones graficas en horario diurno es del 100% y para horario nocturno es del 93,75%.

## 13. ETAPA 6: DIVULGACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

### 13.1 PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO

#### 13.1.1 INTRODUCCIÓN

El plan contempla todas las estrategias necesarias para hacer un correcto control del ruido en el Municipio de Sogamoso, por medio de esta herramienta se puede iniciar un proceso para prevenir y mitigar la generación de ruido en el municipio.

Este plan se inicia teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el mapa de ruido diurno y nocturno para semana y domingos, generado por el software de predicción de ruido CadnaA que fue validado por datos medidos en campo en 60 receptores. Estos mapas permiten identificar y priorizar las zonas con mayores niveles de ruido y establecer las posibles causas de ruido en el municipio, las cuales deben ser controladas por medio de procedimientos que se describirán en este capítulo y hacen parte del sistema de gestión para el control de ruido del municipio de Sogamoso.

Dentro de las posibles causas que generan altos niveles de ruido se encuentran la falta de tolerancia, la mala destinación del uso del suelo, la falta de barreras vivas, el mal estado de las vías y la falta de educación. Para dar solución al problema se debe involucrar a todos los actores para así disminuir los niveles de ruido en propensión a una mejor calidad de vida y bienestar.

Como se dijo anteriormente, parte de las causas de los altos niveles de ruido en ciertas zonas es ocasionada por la falta de educación y civismo, por tal razón es importante fomentar y desarrollar programas que involucren a la comunidad y que permitan tener la colaboración de la misma en la ejecución de los demás programas de prevención y mitigación de contaminación auditiva.

### 13.1.2 OBJETIVOS

Señalar acciones encaminadas a proteger la salud de la población, y a prevenir y controlar la contaminación sonora generada por las fuentes de emisión de ruido.

#### 13.1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fortalecer la conciencia y la participación ciudadana en torno a las acciones de protección ambiental
- Identificar y priorizar las zonas con altos niveles de ruido en el municipio.
- Establecer los programas para controlar, mitigar y minimizar los altos niveles de ruido en el municipio.
- Formular indicadores de gestión que permitan medir el avance de la reducción de los niveles de ruido.
- Desarrollar mecanismos de coordinación interinstitucional que permitan la integración de la planeación ambiental y urbana en los diferentes territorios.

#### 13.1.3 MARCO TEÓRICO<sup>1</sup>

Un plan de descontaminación por ruido es un documento tendiente a identificar, seleccionar y orientar las acciones para reducir las situaciones de contaminación por ruido, entendiendo como tal las que ocurren por la superación de los niveles máximos permisibles de ruido ambiental en una determinada zona. No necesariamente implican la reducción de los niveles de emisión, sino que su objetivo es lograr hacer admisibles los niveles de inmisión acústica.

Un plan de descontaminación por ruido o programa de protección y control de la calidad acústica tiene como objetivo primordial determinar las políticas, los mecanismos y los instrumentos técnicos, humanos y operativos que les permitan a

<sup>1</sup> Tomado del Borrador del Protocolo de para la medición de emisión de ruido y ruido ambiental, y la realización de mapas de ruido del MAVDT.

las autoridades ambientales garantizar una óptima calidad acústica para los habitantes de su territorio.

En los planes de descontaminación por ruido se deben establecer las medidas concretas que se consideren oportunas a nivel de la autoridad correspondiente, las que determinarán las acciones que se deban llevar adelante en las zonas de intervención prioritaria definidas a partir de mapas estratégicos de ruido, en caso de superación de los niveles máximos permisibles de ruido ambiental, o a partir de otros criterios adoptados por la autoridad.

Se debe hacer énfasis en el uso de medidas para prevenir el ruido. El objetivo de prevenir es reducir la emisión de cada una de las fuentes identificadas, tanto como sea posible, y reorganizar el territorio o zona crítica. De esta forma se motiva la prevención de la contaminación por ruido mediante el desarrollo de cuatro pasos jerárquicos para la protección ambiental:

- i. Reducción de la emisión de ruido de la fuente.
- ii. Educación ambiental en el control del ruido.
- iii. Normas ambientales que estandaricen los límites permisibles de emisión de ruido y ruido ambiental.
- iv. Reordenamiento del territorio.

El programa para la descontaminación por ruido se puede concebir a partir de tres momentos que permiten plantear una secuencia lógica para enfrentar el problema del ruido. Estos momentos son identificados de la siguiente manera: conocer, proponer y actuar.

Un plan de descontaminación por ruido en un territorio se retroalimenta partiendo nuevamente del momento conocer, permitiendo identificar la calidad acústica resultante luego de aplicar las acciones de prevención y control, delineando así nuevas metas, y estrategias para lograrlas.

En el caso de contar con la decisión de llevar adelante un plan descontaminación por ruido dentro de un sistema de gestión ambiental, los momentos “conocer”, “proponer” y “actuar” se deben repetir y mejorar continuamente.

#### **13.1.4 FORMULACIÓN DE LOS PROGRAMAS**

Los siguientes programas se formularon y desarrollaron con base a los resultados encontrados en el municipio, la ejecución de estos procedimientos permitirá disminuir los niveles de ruido de manera progresiva. Estos programas se basan y se desarrollan bajo un objetivo específico, cada programa contiene los respectivos indicadores que permiten ver el progreso del mismo y la influencia en la disminución de los niveles de ruido.

Los talleres de sensibilización abren espacios de reflexión, intercambio y formación de los diferentes actores involucrados o interesados en fortalecer procesos de redes ciudadanas, con el fin de fortalecer las actitudes de la comunidad hacia el medio ambiente. Está actividad, permite evaluar las actitudes y acciones de cada persona, hacer retroalimentación a partir del mismo aprendizaje, crear conceptos claros sobre los problemas ambientales y darle una mayor visibilidad a los problemas.

Al fomentar estos talleres se crea una conciencia ambiental que, a mediano y largo plazo, la cual se logra en la medida que la comunidad comprenda los problemas ambientales y la afectación que pueda tener para su salud y bienestar.

Por otra parte, los actores permiten identificar claramente las fuentes emisoras de ruido, y serán los encargados de controlar altos niveles de ruido, fomentar la buena conducta respecto a normas de convivencia y acudir a las autoridades pertinentes en caso de presentarse altos niveles de ruido.

**13.1.5 PROGRAMAS DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO**

**Tabla 31. Programa 1. Educación Ambiental en la Comunidad**  
**PROGRAMA 1. EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA COMUNIDAD**

<b>PROGRAMA 1. EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA COMUNIDAD</b>		
<b>OBJETIVO</b>	Fortalecer la conciencia y la participación ciudadana en torno a las acciones de protección ambiental	
<b>META</b>	Involucrar a la comunidad del municipio, con los problemas ambientales de ruido.	
<b>ACCIONES</b>	<b>ETAPAS A DESARROLLAR</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO</b>
Socialización de los resultados del mapa de ruido	Socializar la información obtenida en el presente estudio de una manera didáctica y pedagógica.	1 día
Sensibilización	Realizar campañas de sensibilización en donde se resalten los problemas que pueden causar los altos niveles de ruido.	2 semanas
Capacitación y sensibilización.	Fomentar la educación ambiental en instituciones educativas	Constante
<b>INDICADORES DE GESTIÓN</b>		
<b>INDICADOR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ECUACIÓN</b>
IJC	Indicador Jornadas de Capacitación	$IJC = (JCR/JCP) \times 100$ JCR: Jornadas de capacitación realizadas. JCP: Jornadas de capacitación programadas.
IPC(I)	Indicador Personas Capacitadas (Instituciones)	$IPC(I) = (PC/TPA) \times 100$ PCA: Personas capacitadas. TPA: Total estudiantes localidad.
<b>COSTOS APROXIMADOS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>COSTOS</b>
Socializar mapa de ruido	Talleres y actividades lúdicas dirigidas a la comunidad y generadores de ruido.	5'000.000
Campaña de sensibilización	Publicidad a través de medios de comunicación	20'000.000
Gestión en instituciones educativas	Charlas prácticas a estudiantes y apoyo a PRAES y PEI's	30'000.000

Fuente. Autores, 2011.

**Tabla 32. Programa 2. Educación Ambiental en sector Comercial**

<b>PROGRAMA 2. EDUCACIÓN AMBIENTAL EN SECTOR COMERCIAL</b>		
<b>OBJETIVO</b>	Fortalecer la conciencia y la participación ciudadana en torno a las acciones de protección ambiental	
<b>META</b>	Cambiar los patrones comerciales y actividades que generen ruido.	
<b>ACCIONES</b>	<b>ETAPAS A DESARROLLAR</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO</b>
Capacitaciones	Socializar y concientizar mediante capacitaciones al sector comercial (industrias y otras establecimientos), conformando grupos por barrios para un mejor manejo y control.	1 mes
Capacitaciones	Dar a conocer la normatividad de ruido aplicable en Colombia mediante documentos explícitos y promocionados en medios de comunicación masivo, dirigidos a diferentes sectores.	1 mes
Capacitación y sensibilización.	Fomentar el buen ambiente ocupacional en los establecimientos que generan altos niveles de ruido y capacitar a los directivos y trabajadores en técnicas que contribuyan a la disminución de los niveles de ruido.	Constante
<b>INDICADORES DE GESTIÓN</b>		
<b>INDICADOR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ECUACIÓN</b>
IJC	Indicador Jornadas de Capacitación	$IJC = (JCR/JCP) \times 100$ JCR: Jornadas de capacitación realizadas. JCP: Jornadas de capacitación programadas
IEN	Indicador Establecimiento que Conocen la Norma	$IEN = (ECN/TEL) \times 100$ ECN: Establecimientos Conocen la Norma. (Informados) TEL: Total establecimientos Localidad (Exclusivamente los que generan ruido)
<b>COSTOS APROXIMADOS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>COSTOS</b>
Capacitación a generadores de ruido	Visitas, talleres y actividades de sensibilización	20'000.000
Difusión de aspectos legales.	Difusión mediante material impreso y medios masivos.	20'000.000
Capacitación en alternativas técnicas de solución	Asesoría profesional por establecimiento indicando medidas de control.	40'000.000

Fuente. Autores, 2011.

**Tabla 33. Programa 3. Control de ruido en vías**

<b>PROGRAMA 3. CONTROL DE RUIDO EN VÍAS</b>		
<b>OBJETIVO</b>	Identificar y priorizar las zonas con altos niveles de ruido en la localidad.	
<b>META</b>	Mitigar y prevenir la emisión de ruido generada por el tráfico vehicular.	
<b>ACCIONES</b>	<b>ETAPAS A DESARROLLAR</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO</b>
1	En vías con alto tráfico vehicular se debe planificar y controlar el tráfico de modo que no se exceda la carga máxima, esto se logra haciendo aforos vehiculares periódicamente	Continuo
2	Mantenimiento a la malla vial con el fin de evitar represamientos.	Continuo
3	Regular el paso de vehículos de carga en sectores con altos niveles de ruido de acuerdo a los mapas medidos.	Continuo
4	Monitorear los sitios residenciales y comerciales que presentan los más altos niveles de ruido e identificar las fuentes generadoras de manera detallada.	1 mes
<b>INDICADORES DE GESTIÓN</b>		
<b>INDICADOR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ECUACIÓN</b>
AV	Aforos Vehiculares	$(AV/12) \times 100$ AV: Aforos Vehiculares por año.
<b>COSTOS APROXIMADOS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>COSTOS</b>
Aforo vehicular periódico	Realizado manualmente al inicio, posteriormente mediante sistemas automáticos.	20'000.000
Mantenimiento de la malla vial	A cargo de la oficina de planeación	Variable
Monitoreo detallado de ruido	A cargo de la Secretaria de ambiente y la Alcaldía Municipal, costo mensual.	15'000.000

Fuente. Autores, 2011.

**Tabla 34. Programa 4. Control de ruido en espacios públicos**  
**PROGRAMA 4. CONTROL DE RUIDO EN ESPACIOS PÚBLICOS**

PROGRAMA 4. CONTROL DE RUIDO EN ESPACIOS PÚBLICOS		
<b>OBJETIVO</b>	Establecer las alternativas y programas para controlar, mitigar y minimizar los altos niveles de ruido en el municipio	
<b>META</b>	Modelar posibles medidas de control en sitios estratégicos de la localidad en espacio público.	
ACCIONES	ETAPAS A DESARROLLAR	TIEMPO ESTIMADO
1	Identificar sitios probables para el establecimiento de barreras acústicas, especialmente en vías principales.	1 mes
2	Modelar posibles medidas de control en sitios estratégicos del municipio en espacio público.	2 meses
INDICADORES DE GESTIÓN		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN
IAS	Indicador Barreras acústicas	$(BE/BP) \times 100$ BE: Barreras establecidas BP: Barreras propuestas
COSTOS APROXIMADOS		
ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS	COSTOS
Modelación de alternativas de control	Aplicando un software de modelación de ruido (Por ej. CadnaA).	25'000.000
Identificación de puntos críticos, y diseño	Determinación in situ de los sitios donde sea factible el control diseñado.	Variable
Instalación de controles de ruido en espacio público.	A cargo de la oficina de planeación y la Alcaldía Municipal	50'000.000

Fuente. Autores, 2011.

**Tabla 35. Programa 5. Control de ruido en sector industrial**

<b>PROGRAMA 5. CONTROL DE RUIDO EN SECTOR COMERCIAL</b>		
<b>OBJETIVO</b>	Establecer las alternativas y programas para controlar, mitigar y minimizar los altos niveles de ruido en el municipio.	
<b>META</b>	Disminuir niveles de ruido causado por establecimientos de comercio.	
<b>ACCIONES</b>	<b>ETAPAS A DESARROLLAR</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO</b>
1	Realizar una campaña para concientizar a los dueños de establecimientos comerciales en el respeto a los horarios de atención al público, según las actividades.	1 mes
2	La autoridad ambiental debe hacer mediciones periódicas y adelantar acciones legales para obligar a los establecimientos comerciales que emitan por debajo de la norma.	Continuo
3	Señalizar sectores donde sea imposible disminuir los niveles de ruido con el fin de que los habitantes de la localidad eviten estas áreas.	Continuo
<b>INDICADORES DE GESTIÓN</b>		
<b>INDICADOR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ECUACIÓN</b>
ENH	Establecimiento que Cumple la norma horaria	$ENH = (EC/TE) \times 100$ EC: Establecimientos que cumple la norma horaria. TE: Total de establecimientos.
EIN	Establecimientos que incumplen la norma	$EIN = (EI/TE) \times 100$ EI: Establecimiento que emiten por encima de la norma de ruido. TE: Total de establecimientos.
<b>COSTOS APROXIMADOS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>COSTOS</b>
Mediciones periódicas	Verificación de emisión sonora en puntos de quejas y comparar con normas de emisión de ruido	25'000.000
Acciones legales	Instauración de demandas y orientación para Instauración de tutelas por parte de la comunidad	40'000.000
Determinación de zonas de alto impacto	Concertación con la comunidad.	70'.000.000

Fuente. Autores, 2011.

Tabla 36. Programa 6. Coordinación Interinstitucional

PROGRAMA 6. COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL			
OBJETIVO	Desarrollar mecanismos de coordinación interinstitucional para el diseño de políticas sectoriales que permitan la integración de la planeación ambiental y urbana en los diferentes territorios.		
META	Integración de los diferentes sectores públicos y privados		
AUTORIDAD	FUNCIONES	RESPONSABILIDAD	RECURSOS
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN, DESARROLLO E INFRAESTRUCTURA	ESPACIO PÚBLICO	Mitigación por Arborización	Planeación para Arborización y ejecución.
		Clasificación de proyecto por impactos ambientales (bajo, mediano y alto).	Estudios de impacto en la localidad.
		Reglamentación (Urbanismo)	Recursos económicos para compra de predios y trazo de vías por sitios de alto impacto.
	ESTUDIOS Y DISEÑO.	Ejecución de estudios de espacio público o vial en función de la infraestructura.	Recursos para investigación y proyectos de zonas verdes.
		Establecer normas para mitigar niveles de ruido, post construcción.	Creación de políticas que permitan el hacer la prevención desde la fase previa a construcción.
		Incluir dentro de las licencias de Construcción la realización de Monitoreos de Ruido.	Creación de Políticas.
		Implementación de sistemas de mitigación (Cercas vivas, vidrios insonorizantes)	Investigación de alternativas y políticas.
	SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE	PLANEACIÓN TRÁFICO VEHICULAR	Organizar tráfico y jerarquización de vías.
Consolidar el sistema integrado de transporte público y renovación del parque automotor.			Financiamiento para cambiar el parque automotor y Políticas de integración.
Control y Vigilancia Tráfico Vehicular.			Funcionarios y herramientas para el control
Revisar el estado mecánico de los vehículos.			Control de revisiones.

Fuente. Autores, 2011.

## 13.2 SOCIALIZACIÓN Y CAPACITACIÓN

Como parte del cumplimiento de las actividades propuestas se llevó a cabo la socialización de los resultados obtenidos en el estudio para el municipio de Sogamoso el día 14 de abril del año en curso, en el Auditorio de la Compañía de Servicios Públicos COSERVICIOS, que contó con la participación de representantes de la Alcaldía municipal, el sector académico, industrial, residencial y Corpoboyacá. En la presentación (Ver Anexo 18) se dio a conocer a los asistentes los diferentes proyectos desarrollados por la empresa contratista en materia de ruido ambiental, los objetivos del contrato, antecedentes de los mapas de ruido que se han desarrollado en algunos países y en Colombia, la normatividad vigente, generalidades sobre ruido dentro de las cuales se describieron las características de los equipos de medición empleados en los monitoreos, los efectos del ruido en la salud humana, la metodología empleada para el desarrollo del proyecto y los resultados encontrados tanto en los monitoreos realizados en campo y los arrojados por el modelo CadnaA.

En el Anexo 19 se encuentran la lista de asistencia a la socialización de los mapas de ruido ambiental en el municipio de Sogamoso.

**Figura 29. Socialización de resultados municipio de Sogamoso**





Fuente. Autores, 2011.

## 14. CONCLUSIONES

- En la elaboración de los mapas de ruido del municipio de Sogamoso fue necesaria la recopilación de información secundaria relacionada con usos del suelo, densidad poblacional, quejas por ruido, aforos vehiculares, alturas de edificios e inventario de fuentes fijas con el fin de tener los criterios suficientes para la selección de los puntos de monitoreo.
- Para seleccionar y localizar los puntos de monitoreo se trazó una grilla de 600m por 600m y de esta manera se logró determinar un total de 32 puntos distribuidos en todo el perímetro urbano del municipio.
- Las mediciones en campo se realizaron con equipos (sonómetros) de alta precisión debidamente calibrados, que garantizaron la obtención de resultados confiables, y con estos se determinó el cumplimiento de la normatividad aplicable.
- Según los resultados obtenidos en los mapas de ruido ambiental en horario diurno y nocturno se observa que las vías son las principales generadoras de ruido en el municipio ya que los puntos de monitoreo ubicados sobre estas arrojaron los mayores niveles de presión sonora (LAeq).
- Los mayores niveles de ruido encontrados en los monitoreos de ruido ambiental realizados en campo en horario diurno se registraron en los puntos cercanos a vías principales y zonas de gran actividad comercial e industrial como la carrera 11, centro (carrera 11 entre calles 15 y 12), parque industrial y áreas cercanas al terminal de transporte.

- En horario nocturno semanal los mayores niveles se presentaron nuevamente sobre las principales vías y en lugares como la carrera 11 entre calles 2Sur a calle 2 y en la carrera 14 con calle 1 donde se encuentran establecimientos como bares, tabernas y se desarrolla la vida nocturna del municipio.
- Según los resultados obtenidos en los monitoreos en campo realizados en días festivos (dominical), se observa que los niveles registrados son bajos en comparación con los días semanales, esto como consecuencia de la baja actividad comercial que se presenta durante estos días lo que reduce los niveles de ruido en forma significativa.
- De acuerdo a la clasificación de usos del suelo del municipio y la ubicación de los 32 puntos de monitoreo, se identificaron los siguientes sectores: Sector C o de Ruido intermedio restringido, subsectores, zonas con usos permitidos industriales, zonas con usos permitidos comerciales y Sector D Zona Suburbana o Rural de tranquilidad y ruido moderado, subsectores Residencial Suburbana.
- Se observa que el municipio presenta un conflicto en el ordenamiento del territorio principalmente en zonas aledañas al parque industrial donde se evidencia la presencia de zonas con usos agropecuarios y residenciales que se han visto afectados por los niveles de ruido generados por el sector.
- Al comparar las medias de cada uno de los sectores identificados en el municipio de Sogamoso con el límite máximo permisible según la Resolución 627 de 2006, el sector D es el que mayor excede la norma tanto en periodo semanal como dominical, en el primer caso superándola en un 20,4% en horario diurno y en un 29,3% en horario nocturno y en el segundo caso excediéndola en un 17,1% en horario diurno y en un 30,1% en horario nocturno.

- Los mapas de ruido ambiental modelados mediante el Software especializado CadnaA para el periodo semanal y dominical reflejan un comportamiento similar al encontrado en los monitoreos realizados en campo encontrándose los mayores niveles de ruido en vías principales y en zonas de carácter industrial y comercial.
- Al comparar los mapas de ruido modelados se observa que entre semana los mayores niveles alcanzan los 75 y 80 dB(A) en algunos puntos del municipio como la carrera 11 y centro, donde predomina el color azul y el lila mientras que los días festivos los mayores niveles registrados se encuentran entre los 65 a 75 dB(A), representados en los colores lila y carmín, lo que refleja que en días festivos los niveles disminuyen significativamente debido principalmente a la baja actividad comercial e industrial que se presenta en el municipio.

## 15. RECOMENDACIONES

- Es indispensable vincular a la comunidad en los programas ambientales para reducir de manera significativa y rápida los niveles de ruido en el municipio.
- Los actores involucrados como la Alcaldía Municipal, Secretaria Local de Salud, Secretaria de Desarrollo y Medio Ambiente, Secretaria de Tránsito y Transporte, Planeación, veedurías ciudadanas y Corpoboyacá deben unir esfuerzos e involucrarse en forma activa en los planes de gestión con el fin de asegurar el éxito de los programas de disminución de niveles de ruido.
- Se deben fomentar espacios de diálogo donde participen todos los sectores comercial, industrial, institucional, residencial y de transporte, con el fin de conocer la problemática de ruido desde el punto de vista de los afectados y la opinión de los responsables, para así formular estrategias efectivas que permitan garantizar un ambiente libre de ruidos molestos para la comunidad.
- Es necesario desarrollar continuamente talleres de sensibilización a toda la comunidad sobre los efectos del ruido en la salud, así como campañas de prevención y diagnóstico para conocer la afectación del ruido urbano en sectores prioritarios.
- Realizar mediciones de niveles de ruido periódicos y aforos vehiculares con el propósito de hacer comparaciones antes y después de implementados los planes de reducción de ruido y de esta forma verificar la efectividad de los mismos.
- Los mapas de ruido generados deben ser una herramienta básica para la toma de decisiones en cuanto al ordenamiento del territorio y la formulación de políticas en materia ambiental.

## 16. BIBLIOGRAFÍA

BADANIAN, Alejandro. Mapa de Ruido: Los desafíos. Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Buenos Aires, 2011.

CALDERÓN OLIVER, Javier. Evaluación del Informe Final del Estudio cuyo objeto es: "DETERMINAR LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL EN CENTROS POBLADOS DE LA GUAJIRA (DIBULLA, RIOHACHA, ALBANIA, HATO-NUEVO Y PAPAYAL)". Corporación Autónoma Regional de La Guajira. Riohacha, 2010.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Future noise policy. European Commission Green Paper. Bruselas, 1996.

CONAMA. Evaluación y visualización del ruido ambiental de la ciudad de Puerto Montt. Chile, 2008.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 627 de 2006.

Plan de Desarrollo del Municipio de Sogamoso periodo 2008-2011 "Sogamoso piensa en grande"

Protocolo de para la medición de emisión de ruido y ruido ambiental, y la realización de mapas de ruido del MAVDT (Borrador).

YEPEZ, GOMEZ, SANCHEZ, JARAMILLO. Metodología de elaboración de mapas acústicos como herramienta de gestión del ruido urbano - CASO MEDELLÍN. REVISTA UNIVERSIDAD NACIONAL. MEDELLIN, 2008.

# ANEXOS

**ANEXO 1.**  
**MAPA CON GRILLA DE UBICACIÓN PUNTOS DE**  
**MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL**

## **ANEXO 2. CAPACITACIÓN TÉCNICOS DE MEDICIÓN**

## RESOLUCIÓN 627 DEL 2006

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



El ruido se compone ondas desordenadas

## "ELABORAR LOS MAPAS DE RUIDO DE LA ZONA URBANA DE LOS MUNICIPIOS DE TUNJA Y SOGOMOSO SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS ESTABLECIDOS EN LA RESOLUCIÓN 0627/06 DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL"

CONTRATO DE CONSULTORÍA 2010001



Tunja, Diciembre 8 de 2010

## GENERALIDADES

- Norma de ruido ambiental

Es el valor establecido por la autoridad ambiental competente, para mantener un nivel permisible de presión sonora, según las condiciones y características de uso del sector.

## GENERALIDADES DEL CONTRATO

NUMERO Y FECHA DEL CONTRATO	CONTRATO DE CONSULTORIA 2010001
OBJETO	"Elaborar los mapas de ruido de la zona urbana de los municipios de Tunja y Sogamoso siguiendo los lineamientos establecidos en la Resolución 0627/06 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial"
NOMBRE CONTRATISTA	FULECOL
PLAZO DE EJECUCION	3 meses a partir del Acta de Inicio
FECHA DE SUSCRIPCION DEL ACTA DE INICIO	5 de Noviembre de 2010
FECHA DE TERMINACION CONTRACTUAL	4 de Febrero de 2011
SUPERVISOR	Mauricio Rojas Torres

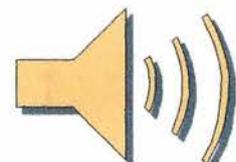
ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL, EXPRESADOS EN DECIBELIOS DB(A)

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental 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, hoteles y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación. Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	75	70
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	70	55
	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, bares, casinos.	65	50
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	80	70
	Zonas con usos institucionales.	55	45
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas con usos recreativos, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías rurales, vías principales. Residencia suburbana. Rural habitada destinada a explotación agropecuaria. Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.	55	45

## INTRODUCCION

## • RUIDO AMBIENTAL

- El sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas.
- Incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo.
- Actividades industriales.



## UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO



Micrófono a una altura de 4 metros, medidos a partir del suelo.

A una distancia equidistante de las fachadas, barreras o muros existentes ambos lados del punto de medición.

**Si estos no existen** en uno de los costados el punto se sitúa a 4 metros medidos desde el costado que las posea.



## RESOLUCIÓN 627 DE 2006



- No se pueden ubicar puntos bajo puentes o estructuras similares.



## RESOLUCIÓN 627 DE 2006



Las mediciones de ruido ambiental deben efectuarse en tiempo seco, no debe haber lluvias, lloviznas, truenos o caída de granizo, los pavimentos deben estar secos, la velocidad del viento no debe ser superior a tres metros por segundo (3 m/s).



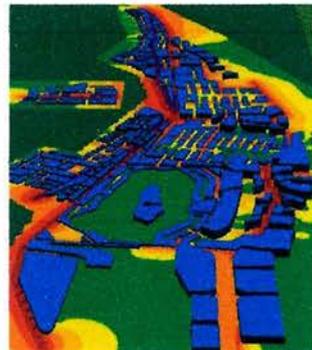
## ¿POR QUÉ LOS MUNICIPIOS DEBEN REALIZAR MAPAS DE RUIDO?

### RESOLUCIÓN 627 Artículo 22. Obligatoriedad de la Realización de Mapas de Ruido:

- CAR
- Desarrollo sostenible
- las Autoridades Ambientales de los grandes centros urbanos.

Municipios con población mayor a 100.000 habitantes

## ¿PARA QUÉ SE UTILIZAN LOS MAPAS DE RUIDO?



- Conocer el ruido ambiental
- Desarrollar planes, programas y proyectos preventivos, correctivos o de seguimiento.
- Utilizados como soporte en el POT.

## RESOLUCIÓN 627 DE 2006



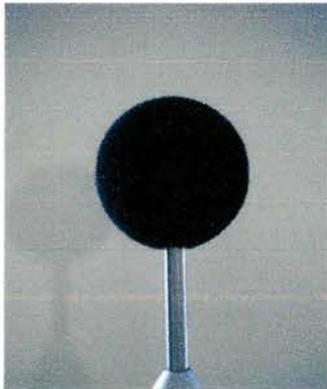
### Horarios

- Para efectos de aplicación de esta resolución, para todo el territorio nacional, se establece los siguientes horarios:

DIURNO	NOCTURNO
De las 7:01 a las 21:00 horas	De las 21:01 a las 7:00 horas

- Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en dB(A).

## MICRÓFONO Y PANTALLA ANTI-VIENTO

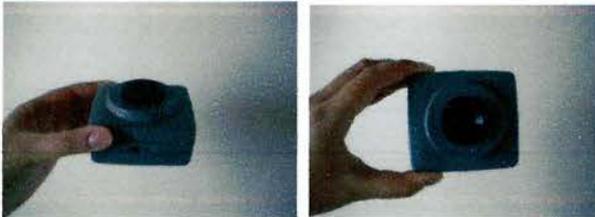


## PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN



- Cada medición de captura de información se efectúa como mínimo 15 minutos, 3 minutos por cada orientación.
- Los 15 minutos deben de constar 5 mediciones parciales en tiempos iguales así:
  - Norte
  - Sur
  - Este
  - Oeste
  - Vertical

## PISTÓFONO O CALIBRADOR

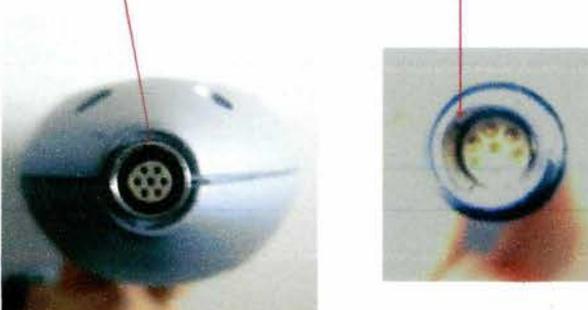


## MONTAJE EN EL PUNTO DE MEDICIÓN



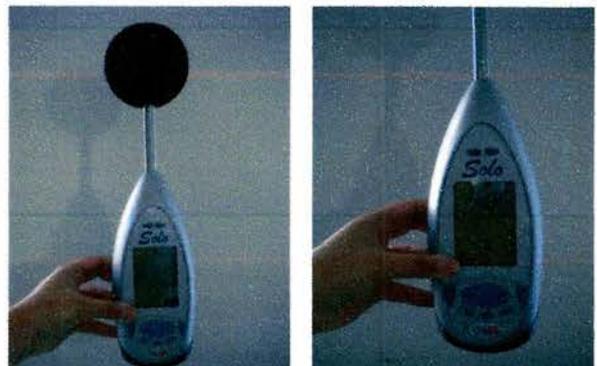
## CONEXIONES DEL SONÓMETRO

Correspondencia de Macho y hembra



## EQUIPO DE MEDICIÓN

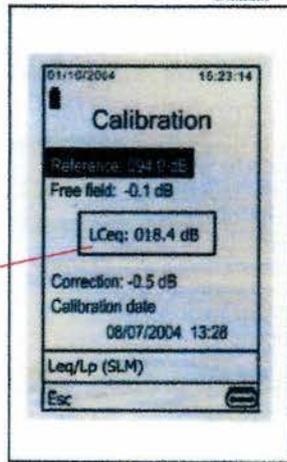
## SONÓMETRO



## CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO



- Seleccionar **Calibración** en la pantalla del **Menú** y validarse con
- Modificar el valor de referencia usando "+" y "-" y validar.
- En el recuadro inferior debe aparecer el valor de referencia de 094.0 dB
- En la pantalla se modificará la última fecha de calibración.



## FORMATO DE CAMPO

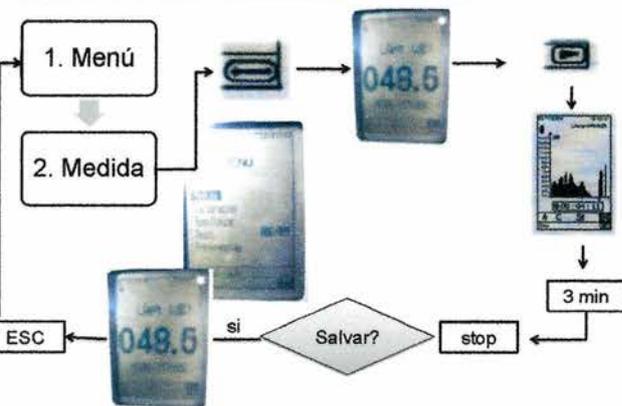


**FORMATO DE CAMPO**

Fecha: \_\_\_\_\_ Equipo: \_\_\_\_\_ Calibración: \_\_\_\_\_  
 Diligenciado por: \_\_\_\_\_

ID Punto	Dirección	Hora	Orientación	Leq, dB	Vel viento	Dir viento	Livianos	Pesados	Motos	Observaciones / Número de Foto
			N							
			O							
			S							
			E							
			V							
			N							
			O							
			S							
			E							
			V							
			N							
			O							
			S							
			E							
			V							
			N							
			O							
			S							
			E							
			V							

## MEDICIÓN



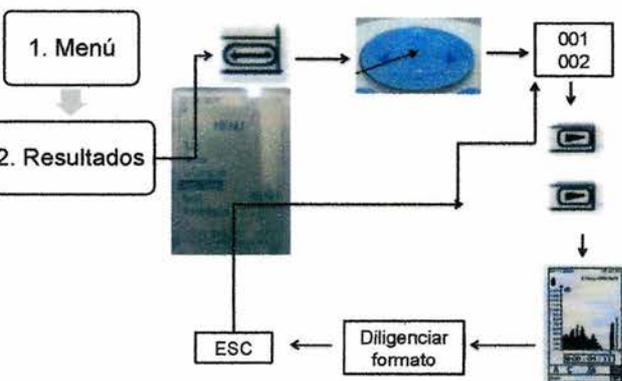
## INSTRUCTIVO FORMATO DE CAMPO



**Aforos vehiculares:** Conteo de vehículos de acuerdo a la clasificación presentada en la siguiente tabla.

TIPO DE VEHÍCULO	CARACTERÍSTICA
LIVIANOS	Peso bruto vehicular <9000 Lb 
PESADOS	Peso bruto vehicular >9000 Lb 
MOTOS	Motocicletas o vehículos de tres ruedas 

## CONSULTA DE RESULTADOS



## TECLADO DEL SONÓMETRO



### TECLADO

Presione esta tecla por pocos segundos para encender o apagar el equipo.

Active la luz de fondo. Presione esta tecla por pocos segundos para graduar el contraste.

**Joystick:**  
 "+": Incrementa un valor numérico o mueve el cursor hacia arriba.  
 "-": Disminuye un valor numérico o mueve el cursor hacia abajo.  
 ">": Abre una sub ventana o mueve el cursor a la derecha.  
 "<": Mueve el cursor a la izquierda.

**Teclas contextuales:** Sus funciones pueden cambiar según el uso.

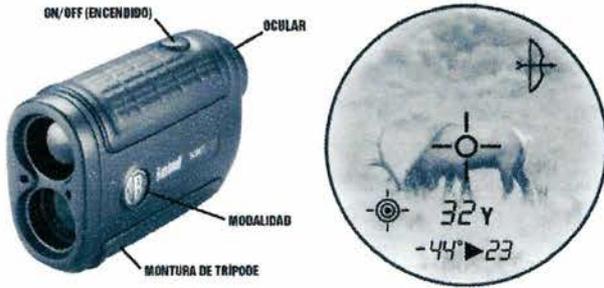
Tecla de codificación o impresión

Tecla de codificación o multi-selección de ítems.

Tecla de codificación, selección de ítem o tecla para suprimir máx/mín en modo Leq/Lp mode

## DISTANCIOMETRO

TELÉMETRO LÁSER BUSHNELL® SCOUT™1000.



## ESTACIÓN METEOROLÓGICA

### ANEMÓMETRO

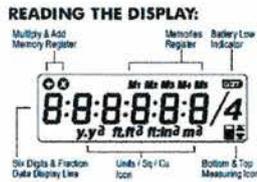
Aparato usado para la medición de la velocidad del viento que incide sobre él.

- Velocidad del viento (m/s)
- Dirección del viento



## DISTANCIOMETRO

SONIN- LASER TARGETING RANGE FINDER



## DISTANCIOMETRO

Dispositivo electrónico para medición de distancias, funciona emitiendo un haz luminoso ya sea infrarrojo o láser, este rebota en un prisma o directamente sobre la superficie, y dependiendo de el tiempo que tarda el haz en recorrer la distancia es como determina esta.

En esencia un distanciómetro solo puede medir la distancia inclinada, para medir la distancia horizontal y desnivel, algunos tienen un teclado para introducir el ángulo vertical y por senos y cosenos calcular las otras distancias, esto se puede realizar con una simple calculadora científica de igual manera.

**ANEXO 3.**  
**RUTAS ESTABLECIDAS PARA MONITOREOS DE**  
**RUIDO AMBIENTAL**

## RUTAS MEDICION DE RUIDO CIUDAD DE SOGAMOSO

Las siguientes son las rutas establecidas para la realización de las mediciones de ruido ambiental en el Municipio de Sogamoso.

### RUTA 1

ID	DIRECCION	DESCRIPCION
1	Carrera 11 Calle 23 Sur	Asadero Techos Rojos
2	Carrera 11 Calle 13Sur	
4	Carrera 11 No. 3 Sur-46	
3	Carrera 14 Calle 3 Sur	
5	Carrera 14 Calle1	
10	Calle 2A No. 20-14	
13	Carrera 25 Calle 3	
17	Carrera 26 Calle 7	
14	Carrera 20 Calle 7B - 08	
11	Carrera 14 Calle 9	
15	Calle 12 No. 12-84	
12	Carrera 10 No. 13-07	
9	Carrera 19 No. 8- 08	
7	Carrera 4 No. 4-76	
6	Carrera 9 Calle 2 Bis	Cancha de basketball Barrio Cataluña
8	Carrera 11No. 2-92	

### RUTA 2

ID	DIRECCION	DESCRIPCION
18	Carrera 20 No 14-93	
20	Calle 14A No. 19-17	
16	Carrera 11 Calle 16	
19	Carrera 11 Calle 18	
21	Carrera 11 Calle 21	
22	Carrera 11 Calle 29	Frente al Coliseo
23	Carrera 10A Calle 32	
25	Carrera 10A No. 44-07	
27	Carrera 10A No. 51-54	
30	Carrera 10A Calle 66	

32	Diagonal 59 No. 68 - 60	Frente a Argos
31	Carrera 11 Calle 56	
29	Carrera 10D Calle 51	Sobre el separador
28	Carrera 11 Calle 48	Frente a Petrobras
26	Carrera 11 Calle 41-01	Frente Escuela La Manga
24	Carrera 11 Calle 34A	

---

## **ANEXO 4. CERTIFICADOS CALIBRACIÓN DE EQUIPOS**

# SONÓMETRO 1



## CERTIFICAT D'ETALONNAGE CALIBRATION CERTIFICATE

N° CE-DTE-T-10-PVE-51764

DELIVRE A :  
ISSUED FOR :

BIO SOLUTIONS LTDA  
Carrera 21 No. 169-16  
Oficina 210, centro Empresarial  
y comercial Stuttgart  
BOGOTTA  
COLOMBIE

INSTRUMENT ETALONNE  
CALIBRATED INSTRUMENT

Désignation : Sonomètre Intégrateur  
Designation : Integrator Sound Level Meter

Constructeur : 019B-Metrawib  
Manufacturer : Manufacturer

Type : SOLO 01  
Type :

N° de série : 30437  
Serial number :

N° d'identification :  
Identification number

Date d'émission : 29/12/10  
Date of issue :

Ce certificat comprend 10 pages  
This certificate includes pages

LE RESPONSABLE METROLOGIQUE  
DU LABORATOIRE  
THE METROLOGICAL HEAD OF THE LABORATORY

Philippe POURTAU

LA REPRODUCTION DE CE CERTIFICAT N'EST AUTORISEE QUE  
SOUR LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL.  
THIS CERTIFICATE MAY NOT BE REPRODUCED OTHER THAN IN FULL  
BY PHOTOGRAPHIC PROCESS.

CE CERTIFICAT EST CONFORME AU FASCICULE DE  
DOCUMENTATION FD X 07-012  
THIS CERTIFICATE IS CONFORM TO THE STANDARD FD X 07-012

019B-Metrawib

019B-Metrawib  
Société par actions à responsabilité limitée  
Société par actions à responsabilité limitée  
Société par actions à responsabilité limitée



019B-Metrawib

**IDENTIFICATION :**  
IDENTIFICATION

Calibrateur Calibrator	
Constructeur Manufacturer	O1dB-MetroLab
Type	Cal 21
Numéro de série Serial number	34382547

**PROGRAMME D'ETALONNAGE :**  
CALIBRATION PROGRAM

Ce calibrateur a été étalonné sur les caractéristiques suivantes :

- Niveau de pression acoustique
- Fréquences du signal acoustique
- Distorsion du signal acoustique

The calibrator has been calibrated on different characteristics:

- Acoustic pressure level
- Acoustic signal frequency
- Acoustic signal distortion

**METHODE D'ETALONNAGE :**  
CALIBRATION METHOD

Prelablement à l'étalonnage, l'appareil est resté 24 heures dans une salle climatisée à 23 °C +/- 3°C. Le niveau de pression acoustique est mesuré sur une chaîne étalonnée en sensibilité. Les autres caractéristiques sont étalonnées avec un multimètre et un distorsionmètre étalonnés en amplitude et en fréquence.

Before calibrated, instrument has been staying 24 hours in a air conditioning room at 23 °C +/- 3°C. Acoustic pressure level is measured on a measuring chain calibrated in sensibility. The others characteristics are calibrated with multimeter and distortionmeter calibrated in amplitude and in frequency.

**CONDITIONS D'ETALONNAGE :**  
CALIBRATION CONDITIONS

Date de l'étalonnage : 27/12/10  
Date of Calibration  
Nom de l'opérateur : Bertrand Lenoir  
Operator Name  
Instruction d'étalonnage : P118-NOT-01-02.doc  
Calibration instruction  
  
Pression atmosphérique : 99,35 kPa  
Static pressure  
Température : 22,0 °C  
Temperature  
Taux d'humidité relative : 24,9 %RH  
Relative humidity

O1dB-MetroLab

11 rue de la Vallée, 92100 Nanterre, France  
Tél : +33 (0)1 47 37 00 00  
Fax : +33 (0)1 47 37 00 01  
www.o1db.com



DEF. T. FOR 9256 Rev.0

**MOYENS DE MESURES UTILISES POUR L'ETALONNAGE :**  
MEASUREMENTS USED FOR CALIBRATION

Description Description	Constructeur Manufacturer	Type Type	N° de série Serial number	N° d'étalonnage Calibration certificate
Microphone / Microphone	O1dB-MetroLab	482 12 H	011203	1180
Capteur de niveau / Measuring amplifier	Shure & Kaye	2635	136303	1007
Multimètre/multimeter	HP	34401 A	1536079542	1108
Microphone / Microphone	O1dB-MetroLab	12"	X002	1037
Distorsionmètre / Distortion meter	Pennac	DA 323	410	1056

Tous les moyens de mesure utilisés sont rattachés aux étalons de référence de la société O1dB. Les étalons de référence de la société O1dB sont rattachés aux étalons nationaux par un étalonnage COFRAC. La liste de ces étalons est disponible sur simple demande auprès du responsable métrologique du laboratoire.

All the measuring instruments are calibrated to the O1dB reference standard. O1dB reference standard is calibrated to national standard with COFRAC certificate of calibration. The reference standard list is available on simple request to the metrological head of the laboratory.

**RESULTATS :**  
RESULTS

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux incertitudes types ( k=2 ). Les incertitudes types sont calculées en tenant compte des différentes composantes d'incertitudes, étalons de référence, moyens d'étalonnage, conditions d'environnement, contribution de l'instrument étalonné, répétabilité ...  
Expanded uncertainty of a measurement mentioned correspond to two standard uncertainty ( k=2 ). Standard uncertainty are calculated including different uncertainty components, reference standard, instrument, environmental conditions, calibrated instrument contribution, repeatability.

O1dB-MetroLab

11 rue de la Vallée, 92100 Nanterre, France  
Tél : +33 (0)1 47 37 00 00  
Fax : +33 (0)1 47 37 00 01  
www.o1db.com



DEF. T. FOR 9256 Rev.0

IDENTIFICATION :  
IDENTIFICATION

Sonomètre Sound Level meter		Préamplificateur Preamp		Microphone Microphone	
Constructeur Manufacturer	01dB- Metravib	Constructeur Manufacturer	01dB- Metravib	Constructeur Manufacturer	01dB-Metravib
Type	SOLO 01	Type	PRE 21 S	Type	MCE 215
Numéro de série Serial number	30437	Numéro de série Serial number	14226	Numéro de série Serial number	84

PROGRAMME D'ETALONNAGE :  
CALIBRATION PROGRAM

- Ce Sonomètre a été étalonné sur les caractéristiques suivantes
- Réponse en fréquence du sonomètre seul en champ libre
  - Linéarité
  - Pondérations fréquentielles A-B-C-Z
  - Bruit de fond

- The Sound level meter has been calibrated on different characteristics:
- Free field frequency response of the sound level meter
  - Linearity
  - A-B-C-Z weighting
  - Background noise

METHODE D'ETALONNAGE :  
CALIBRATION METHOD

Préalablement à l'étalonnage, l'appareil est resté 2 heures dans une salle climatisée à 23°C ± 0,5°C. Les caractéristiques sont étalonnées avec un multi-étalon et un générateur étalonnés en amplitude et en fréquence.

Before calibration, instrument has been staying 2 hours in a air conditioning room at 23°C ± 0,5°C. The characteristics are calibrated with multi-etalon and generator calibrated in amplitude and in frequency.

CONDITIONS D'ETALONNAGE :  
CALIBRATION CONDITIONS

Date de l'étalonnage Date of Calibration	19/12/2011
Nom de l'opérateur Operator Name	Christophe Lefebvre
Instruction d'étalonnage Calibration instruction	P119-ANOT-01-02-003
Pression atmosphérique Atmospheric pressure	99,89 kPa
Température Temperature	22,2 °C
Taux d'humidité relative Relative humidity	27,3 %RH

01dB-Metravib

01dB-Metravib



01dB-Metravib

MOYENS DE MESURES UTILISES POUR L'ETALONNAGE :

INSTRUMENTS USED FOR CALIBRATION

Désignation Designation	Constructeur Manufacturer	Type	N° de série Serial number	N° d'étalonnage Reference number
Générateur de tonalité / Waveform generator	Hevel-Packard	HP 33120 A	US 3049807	1151
Calibreur acoustique / Calibrator	01 dB-Metravib	GAL21	50441934	1461
Atténuateur / Attenuator	01 dB-Metravib	—	—	APM 1203
Atténuateur / Attenuator	01 dB-Metravib	—	—	1114
Subsonique / Subsonic	Hevel-Packard	HP 34401 A	314564174	1407
Subsonique / Subsonic	Hevel-Packard	HP 34401 A	US3138775	1160
Microphone / Microphone	Acustic	3201	49435	1119
Préamplificateur / Pre-amplifier	01 dB-Metravib	PRE 12 H	29453	1435
Amplificateur / Amplifier	Gen	12AA	—	1454
Chambre anéchoïque / Anechoic chamber	01 dB-Metravib	—	—	1080

Tous les moyens de mesure utilisés sont rattachés aux étalons de référence de la société 01dB-Metravib. Les étalons de référence de la société 01dB-Metravib sont rattachés aux étalons nationaux par un étalonnage COFRAC. La liste de ces étalons est disponible sur simple demande auprès du responsable métrologique du laboratoire.

All the measuring instruments are calibrated to the 01dB-Metravib reference standard. 01dB-Metravib reference standard are calibrated to national standard with COFRAC certificate of calibration. The reference standard list is available on simple request to the metrological head of the laboratory.

RESULTATS :  
RESULTS

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux incertitudes types (k=2). Les incertitudes types sont calculées en tenant compte des différentes composantes d'incertitudes, étalons de référence, moyens d'étalonnage, conditions d'environnement, contribution de l'instrument étalonné, répétabilité.

Expanded uncertainty of a measurement mentioned correspond to two standard uncertainty (k=2). Standard uncertainty are calculated including different uncertainty components, reference standard, instruments, environmental conditions, calibrated instrument contribution, repeatability.

01dB-Metravib

01dB-Metravib



01dB-Metravib

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
NPA - 94 dB	94,00	93,98	+/- 0,16

Description	Valeur nominale Nominal value (Hz)	Valeur affichée Display value (Hz)	Incertitudes Uncertainty (Hz)
Frequence / Frequency - 94 dB	1000,0	1001,5	+/- 0,2

Description	Valeur nominale Nominal value (% DTH)	Valeur affichée Display value (% DTH)	Incertitudes Uncertainty (% DTH)
Distorsion / Distortion - 94 dB	< 3,0	1,3	+/- 0,1



**CONSTAT DE VERIFICATION**  
**VERIFICATION CERTIFICATE**

N° CV-DTE-T-10-PVE-51754

DELIVRE A :  
ISSUED FOR :

SIO SOLUTIONS LTDA  
Camera 21 No 169-16  
Oficina 210, centro Empresarial  
y comercial Stuttgart  
BOGOTTA  
COLOMBIE

**INSTRUMENT VERIFIE**  
**CHECKING INSTRUMENT**

Désignation : Calibre  
Designation : Calibrator  
Constructeur :  
Manufacturer : OHS-Metzavib

Type : Cal 21  
Type : Cal 21  
N° de série : 34082947  
Serial number : 34082947

N° d'identification :  
Identification number

Date d'émission : 27/12/10  
Date of issue : 27/12/10

Ce certificat comprend 3 pages  
This certificate includes 3 pages

**LE RESPONSABLE METROLOGIQUE**  
**DU LABORATOIRE**  
THE METROLOGICAL HEAD OF THE LABORATORY

Philippe Poursau

LA REPRODUCTION DE CE CONSTAT N'EST AUTORISEE QUE SOUS  
LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRE.

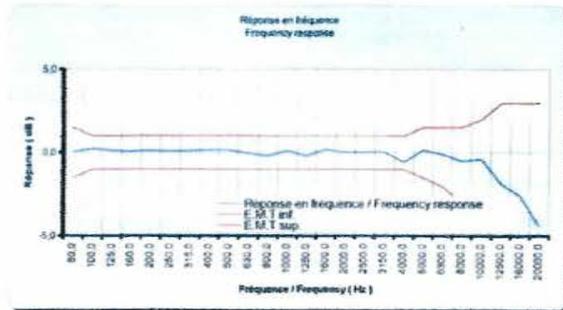
THE CHECKING REPORT MAY NOT BE REPRODUCED OTHER THAN IN  
FULL BY PHOTOGRAPHIC PROCESSES.

CE DOCUMENT NE PEUT PAS ETRE UTILISE EN LIEU ET PLACE  
D'UN CERTIFICAT D'ETALONNAGE. CE DOCUMENT EST  
REALISE SELON LES RECOMMANDATIONS DU FASCICULE DE  
DOCUMENTATION X 07-011.

THIS DOCUMENT CAN'T BE USED AS CALIBRATION  
CERTIFICATE. THIS DOCUMENT IS MADE WITH  
STANDARD X 07 011 RECOMMENDATION.



Réponse en fréquence du microphone sans champ libre  
Free field frequency response of the sound level meter



Pondération fréquentielle A  
A Weighting

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dBA / 10 Hz	59,6	59,6	±0,2
Leq 130 dBA / 20 Hz	79,5	79,6	±0,2
Leq 130 dBA / 31,5 Hz	90,6	90,5	±0,2
Leq 130 dBA / 100 Hz	110,9	111,1	±0,2
Leq 130 dBA / 2500 Hz	131,3	131,3	±0,2
Leq 130 dBA / 12500 Hz	126,7	121,6	±0,2

Pondération fréquentielle B  
B Weighting

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dB / 10 Hz	91,8	91,7	±0,2
Leq 130 dB / 20 Hz	105,8	106,0	±0,2
Leq 130 dB / 31,5 Hz	112,9	113,1	±0,2
Leq 130 dB / 100 Hz	124,4	124,7	±0,2
Leq 130 dB / 2500 Hz	129,8	129,8	±0,3
Leq 130 dB / 12500 Hz	123,9	119,8	±0,4

Pondération fréquentielle C  
C Weighting

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dB C / 10 Hz	115,7	115,7	±0,2
Leq 130 dB C / 20 Hz	123,8	123,9	±0,2
Leq 130 dB C / 31,5 Hz	127,0	127,2	±0,2
Leq 130 dB C / 100 Hz	129,7	130,1	±0,2
Leq 130 dB C / 2500 Hz	129,7	129,7	±0,2
Leq 130 dB C / 12500 Hz	123,8	119,7	±0,2

Pondération fréquentielle Z  
Z Weighting

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dB Lin / 10 Hz	130,0	130,2	±0,2
Leq 130 dB Lin / 20 Hz	130,0	130,2	±0,2
Leq 130 dB Lin / 31,5 Hz	130,0	130,2	±0,2
Leq 130 dB Lin / 100 Hz	130,0	130,4	±0,2
Leq 130 dB Lin / 2500 Hz	130,0	130,0	±0,2
Leq 130 dB Lin / 12500 Hz	130,0	128,1	±0,2

IDENTIFICATION :  
 IDENTIFICATION

Calibreur Calibrator	
Constructeur : Manufacturer	01dB-Metavib
Type : Type	Cal 21
Numéro de série : Serial number	34682947

PROGRAMME DE VERIFICATION :  
 CHECKING PROGRAM

Ce calibreur a été vérifié sur les caractéristiques suivantes :

- Niveau de pression acoustique
- Fréquence du signal acoustique
- Distorsion du signal acoustique

The calibrator has been checked on different characteristics:

- Acoustic pressure level
- Acoustic signal frequency
- Acoustic signal distortion

METHODE DE VERIFICATION :  
 CHECKING METHOD

Préalablement à l'étalonnage, l'appareil est resté 24 heures dans une salle climatisée à 23°C ± 3°C.  
 Le niveau de pression acoustique est mesuré sur une chaîne étalonnée en sensibilité.  
 Les autres caractéristiques sont étalonnées avec un multimètre et un distorsionmètre étalonnés en amplitude et en fréquence.

Before calibrated, instrument has been staying 24 hours in a air conditioning room at 23 °C ± 3°C.  
 Acoustic pressure level is measured on a measuring chain calibrated in sensibility.  
 The others characteristics are calibrated with multimeter and distortionmeter calibrated in amplitude and in frequency.

CONDITIONS DE VERIFICATION :  
 CHECKING CONDITIONS

Date de l'étalonnage : 27/12/10  
 Date of Calibration  
 Nom de l'opérateur : Bertrand Lerox  
 Operator Name  
 Instruction d'étalonnage : P116-NOT-01.02.doc  
 Calibration instruction  
 Pression atmosphérique : 99,35 kPa  
 Static pressure  
 Température : 22,0 °C  
 Temperature  
 Taux d'humidité relative : 24,9 %RH  
 Relative humidity

01dB-Metavib



DTF T FOR 5126 Rdx

MOYENS DE MESURES UTILISES POUR LA VERIFICATION:  
 INSTRUMENTS USED FOR CHECKING:

Description Description	Constructeur Manufacturer	Type Type	N° de série Serial number	N° d'étalonnage Calibration number
Preamplificateur / Preamplifier	01dB-Metavib	PPE 12 H	011203	1180
Amplificateur de mesure / Measuring amplifier	Steel & Kistler	2530	1369201	1207
Multimètre/multimeter	HP	34401 A	U238075042	1189
Microphone / Microphone	01dB-Metavib	12"	X002	1231
Distorsionmètre / Distortion meter	Prema	DA 323	410	1286

Tous les moyens de mesure utilisés sont rattachés aux étalons de référence de la société 01dB-Metavib. Les étalons de référence de la société 01dB-Metavib sont rattachés aux étalons nationaux par un étalonnage COFRAC. La liste de ces étalons est disponible sur simple demande auprès du responsable métrologique du laboratoire.

All the measuring instruments are calibrated to the 01dB reference standard. 01dB-Metavib reference standard are calibrated to national standard with COFRAC certificate of calibration. The reference standard list is available on simple request to the metrological head of the laboratory.

RESULTATS :  
 RESULTS

Le jugement de conformité de chaque test est établi suivant les tolérances données dans les normes suivantes : IEC 942 (1988) classe 1  
 Conformity decision has been taken with the tolerances dispersions in the following standards

Description Description	Résultat Result
Calibreur acoustique Acoustic calibrator	Conforme Conform

01dB-Metavib



DTF T FOR 5126 Rdx

Pondération fréquentielle filtre de 1/1 octave 1000 Hz  
1000 Hz 1/1 octave frequency response

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 62,5 Hz	< 60	42,5	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 125 Hz	< 69	49,5	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 250 Hz	< 88	74,5	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 500 Hz	< 112,5	105,7	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 707,11 Hz	125 - < 128	127,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 771,11 Hz	128,7 - < 130,3	129,6	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 840,9 Hz	129,4 - < 130,3	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 917 Hz	129,6 - < 130,3	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 1000 Hz	129,7 - < 130,3	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 1090,51 Hz	129,6 - < 130,3	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 1189,21 Hz	129,4 - < 130,3	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 1296,84 Hz	128,7 - < 130,3	129,8	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 1414,21 Hz	125 - < 128	127,3	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 2000 Hz	< 112,5	81,7	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 4000 Hz	< 88	37,0	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 8000 Hz	< 69	37,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 16000 Hz	< 60	37,1	±0,3

Pondération fréquentielle filtre de 1/3 octave 1000 Hz  
1000 Hz 1/3 octave frequency response

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 154 Hz	< 60	35,4	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 325,78 Hz	< 69	46,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 529,96 Hz	< 88	69,6	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 771,81 Hz	< 112,5	101,8	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 980,9 Hz	125 - < 128	126,6	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 919,32 Hz	128,7 - < 130,3	129,7	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 947,02 Hz	129,4 - < 130,3	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 973,94 Hz	129,6 - < 130,3	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 1000 Hz	129,7 - < 130,3	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 1026,76 Hz	129,6 - < 130,3	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 1056,94 Hz	129,4 - < 130,3	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 1087,76 Hz	128,7 - < 130,3	129,7	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 1122,46 Hz	125 - < 128	126,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 1206,05 Hz	< 112,5	98,6	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 1886,58 Hz	< 88	54,0	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 3086,55 Hz	< 69	33,6	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 5434,74 Hz	< 60	33,9	±0,3

Atténuation filtre 1/1 octave  
1/1 octave filter attenuation

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 31,5 Hz	130,0	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 63 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 125 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 250 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 500 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 1000 Hz	130,0	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 2000 Hz	130,0	130,0	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 4000 Hz	130,0	130,0	±0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 8000 Hz	130,0	129,6	±0,3

Atténuation filtre 1/3 octave  
1/3 octave filter attenuation

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 25 Hz	130,0	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 31,5 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 40 Hz	130,0	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 50 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 63 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 80 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 100 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 125 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 160 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 200 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 250 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 315 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 400 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 500 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 630 Hz	130,0	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 800 Hz	130,0	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 1000 Hz	130,0	130,1	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 1250 Hz	130,0	130,0	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 1600 Hz	130,0	130,0	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 2000 Hz	130,0	130,0	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 2500 Hz	130,0	130,0	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 3150 Hz	130,0	130,0	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 4000 Hz	130,0	130,0	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 5000 Hz	130,0	130,0	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 6300 Hz	130,0	129,9	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 8000 Hz	130,0	129,9	±0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 10000 Hz	130,0	129,6	±0,3

Bruit de fond  
Background noise

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq dBA	-20	10.8	0.4
Leq dBB	-25	7.3	0.4
Leq dBC	-25	8.4	0.4
Leq dBZ	-30	17.9	0.4

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
1/1 Octave / 31.5 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/1 Octave / 63 Hz	-20.0	0.0	±0.5
1/1 Octave / 125 Hz	-20.0	0.0	±0.5
1/1 Octave / 250 Hz	-20.0	0.0	±0.5
1/1 Octave / 500 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/1 Octave / 1000 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/1 Octave / 2000 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/1 Octave / 4000 Hz	-20.0	1.3	±0.3
1/1 Octave / 8000 Hz	-20.0	4.5	±0.3

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
1/3 Octave / 25 Hz	-20.0	0.0	±0.2
1/3 Octave / 31.5 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 40 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 50 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 63 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 80 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 100 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 125 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 160 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 200 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 250 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 315 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 400 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 500 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 630 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 800 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 1000 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 1250 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 1600 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 2000 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 2500 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 3150 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 4000 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 5000 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 6300 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 8000 Hz	-20.0	0.0	±0.3
1/3 Octave / 10000 Hz	-20.0	0.0	±0.3

GRUPO Metrotech

GRUPO Metrotech, S.L. - Calle de la Industria, 11 - 48940 Leizor (Bizkaia) - Spain  
Tél: +34 94 610 10 00 - Fax: +34 94 610 10 01 - Email: metrotech@grupometrotech.com



TR - T 104 508 T 10

Linearity  
Linearity

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 35 dBZ / 1000 Hz	35.0	35.2	±0.3
Leq 40 dBZ / 1000 Hz	40.0	40.1	±0.3
Leq 50 dBZ / 1000 Hz	50.0	50.0	±0.3
Leq 60 dBZ / 1000 Hz	60.0	60.0	±0.3
Leq 70 dBZ / 1000 Hz	70.0	70.1	±0.3
Leq 80 dBZ / 1000 Hz	80.0	80.0	±0.3
Leq 90 dBZ / 1000 Hz	90.0	90.0	±0.3
Leq 100 dBZ / 1000 Hz	100.0	100.1	±0.3
Leq 110 dBZ / 1000 Hz	110.0	110.1	±0.3
Leq 120 dBZ / 1000 Hz	120.0	120.1	±0.3
Leq 130 dBZ / 1000 Hz	130.0	130.1	±0.3
Leq 137 dBZ / 1000 Hz	137.0	137.1	±0.3

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 25 dBA / 1000 Hz	25.0	25.0	±0.3
Leq 30 dBA / 1000 Hz	30.0	30.3	±0.3
Leq 40 dBA / 1000 Hz	40.0	40.1	±0.3
Leq 50 dBA / 1000 Hz	50.0	50.0	±0.3
Leq 60 dBA / 1000 Hz	60.0	60.0	±0.3
Leq 70 dBA / 1000 Hz	70.0	70.1	±0.3
Leq 80 dBA / 1000 Hz	80.0	80.0	±0.3
Leq 90 dBA / 1000 Hz	90.0	90.0	±0.3
Leq 100 dBA / 1000 Hz	100.0	100.0	±0.3
Leq 110 dBA / 1000 Hz	110.0	110.1	±0.3
Leq 120 dBA / 1000 Hz	120.0	120.1	±0.3
Leq 130 dBA / 1000 Hz	130.0	130.1	±0.3
Leq 137 dBA / 1000 Hz	137.0	137.1	±0.3

GRUPO Metrotech

GRUPO Metrotech, S.L. - Calle de la Industria, 11 - 48940 Leizor (Bizkaia) - Spain  
Tél: +34 94 610 10 00 - Fax: +34 94 610 10 01 - Email: metrotech@grupometrotech.com



TR - T 104 508 T 10



IDENTIFICATION :  
IDENTIFICATION

Sonomètre Sound Level meter		Préamplificateur Pre-amplifier		Microphone Microphone	
Constructeur / Manufacturer	01dB- Metravib	Constructeur / Manufacturer	01dB- Metravib	Constructeur / Manufacturer	01dB-Metravib
Type	SDLD 01	Type	PRE 21 S	Type	MCE 215
Numéro de série / Serial number	30437	Numéro de série / Serial number	14226	Numéro de série / Serial number	04

PROGRAMME DE VERIFICATION :

Checking Program

Ce Sonomètre a été vérifié sur les caractéristiques suivantes

- Réponse en fréquence du sonomètre seul en champ libre
- Linéarité
- Pondérations fréquentielles A-B-C-Z
- Bruit de fond

The Sound level meter has been checked on different characteristics

- Free field frequency response of the sound level meter
- Linearity
- A-B-C-Z Weighting
- Background noise

METHODE DE VERIFICATION :

Checking Method

Préalablement à la vérification, l'appareil est resté 2 heures dans une salle climatisée à 23°C +/- 5°C.  
Les autres caractéristiques sont étalonnées avec un multimètre et un générateur étalonnés en amplitude et en fréquence.

Before calibrated instrument has been staying 2 hours in an air conditioned room at 23°C +/- 5°C.  
The others characteristics are calibrated with multimeter and generator calibrated in amplitude and in frequency.

CONDITIONS DE VERIFICATION :

Checking conditions

Date de la vérification : 15/10/2010  
Date of Calibration :  
Nom de l'opérateur : Christophe Deltour  
Operator Name :  
Instruction de vérification : P118-NOT-01-02.doc  
Checking instruction :  
Pression atmosphérique : 99,69 kPa  
Static pressure :  
Température : 22,2 °C  
Temperature :  
Taux d'humidité relative : 27,3 %RH  
Relative humidity :

01dB-Metravib

01dB-Metravib



DTF T FOR 9165 Doc

MOYENS DE MESURE :

INSTRUMENTS USED FOR CHECKING

Désignation Description	Constructeur Manufacturer	Type	N° de série Serial number	N° d'identification Identification number
Générateur de fonction / Waveform generator	Hewlett Packard	HP 33120 A	US 30045807	1151
Calibrateur acoustique / Calibrator	01 dB-Metravib	CAL21	50441934	1401
Atténuateur / Attenuator	01 dB-Metravib	---	---	APM 1295
Atténuateur / Attenuator	01 dB-Metravib	---	---	1114
Multimètre / Multimeter	Hewlett Packard	HP 34401 A	3148424774	1407
Multimètre / Multimeter	Hewlett Packard	HP 34801 A	US20130775	1150
Microphone / Microphone	Akust	3201	49435	1119
Préamplificateur / Pre-amplifier	01 dB-Metravib	PRE 12 H	30403	1435
Amplificateur / Amplifier	Gra	12AA	---	1494
Chambre anéchoïque / Anechoic chamber	01 dB-Metravib	---	---	1090

Tous les moyens de mesure utilisés sont rattachés aux étalons de référence de la société 01dB-Metravib.  
Les étalons de référence de la société 01dB-Metravib sont rattachés aux étalons nationaux par un étalonnage COFRAC. La liste de ces étalons est disponible sur simple demande auprès du responsable métrologique du laboratoire.

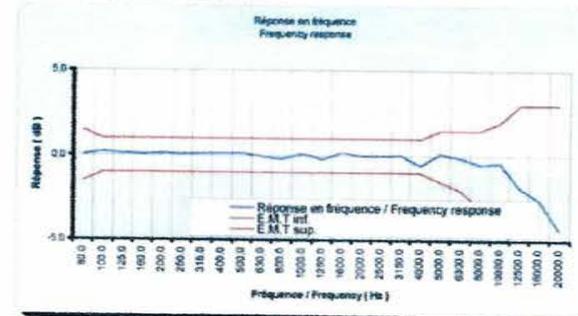
All the measuring instruments are calibrated to the 01dB-Metravib reference standard. 01dB-Metravib reference standard are calibrated to national standard with COFRAC certificate of calibration. The reference standard list is available on simple request to the metrological head of the laboratory.

RESULTS :

RESULTS

Le jugement de conformité de chaque test est établi suivant :  
Le jugement de conformité de chaque test est établi suivant : IEC 551 ( 10/2000 ) classe 1  
Les tolérances données dans les normes suivantes : IEC 504 ( 10/2000 ) classe 1  
Conformity decision has been taken with the tolerances : IEC 1260 ( 07/1995 ) classe 1  
dispositions in the following standards

Réponse en fréquence du sonomètre seul en champ libre  
Free field frequency response of the sound level meter



01dB-Metravib

01dB-Metravib



DTF T FOR 9165 Doc

Linéarité  
Linearity

Description Description	Résultat Result
Linéarité Linearity	Conforme Conform

Pondérations fréquentielles A-B-C-Z  
A-B-C-Z weighting

Description Description	Résultat Result
Pondération fréquentielle A-B-C-Z A-B-C-Z Frequency weighting	Conforme Conform

Fitre 1m d octave  
1/1 octave filter

Description Description	Résultat Result
Fréquence centrale fitre 1/1 octave 1/1 Octave filter central frequency attenuation	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Fréquence centrale fitre 1/3 octave 1/3 Octave filter central frequency attenuation	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Réponse en fréquence fitre 1/1 octave 1/1 Octave filter frequency response	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Réponse en fréquence fitre 1/3 octave 1/3 Octave filter frequency response	Conforme Conform

Bruit de fond  
Background noise

Description Description	Résultat Result
Bruit de fond Noise level	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Bruit de fond fitre 1/1 Octave 1/1 Octave filter Noise level	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Bruit de fond fitre 1/3 Octave 1/3 Octave filter Noise level	Conforme Conform

Fin du constat de vérification  
End of checking report

Certificat de conformité  
Conformity certificate

Nous, fabricant  
We, manufacturer

01dB-Metравit  
200, Chemin des Ormesux  
F 69578 LIMONEST Cedex- FRANCE

declare sous notre seule responsabilité que le produit suivant  
declare under our own responsibility that the following equipment

Désignation : Calibreur acoustique  
Designation : Sound calibrator

Référence : 34593268  
Reference :

est conforme aux dispositions des normes suivantes :  
is complies with the requirements of the following standards

	Norme Standard	Classe Class	Edition du Edition of
Calibreur acoustique Sound calibrator	CEI IEC 60942 ANSI S1.43		2003 2006
Compatibilité électromagnétique:	CEI IEC 61000 6-1 à 6-4		2002 - 2006

Et répond en tout point, après vérification et essais, aux exigences spécifiées, aux normes et règlements applicables, sauf exceptions, réserves ou dérogations énumérées dans la présente déclaration de conformité.  
After testing and verification this device satisfies all specified requirements and applicable standards and regulations barring exceptions, reservations, or exemptions listed in this certificate of conformity.

Date : 2009/10  
Date

Responsable métrologique du laboratoire  
The metrological head of the laboratory  
Philippe POURTAU

*Philippe Pourtau*

01dB

Constat de vérification  
Verification certificate

N° CV-DTE-T-10-PVE-40651

DELIVRE A :  
ISSUED FOR

FULECOL

INSTRUMENT VERIFIE  
INSTRUMENT CHECKED

Désignation : Calibreur  
Designation : Calibrator

Constructeur : 01dB-Metравit  
Manufacturer :

Type : Cal 21  
Type

N° de série : 34593268  
Serial number

Identification :  
Identifier: number

Date d'émission : 2009/10  
Issued on

Ce constat comprend 3 pages  
This report includes

LE RESPONSABLE METROLOGIQUE  
DU LABORATOIRE  
THE METROLOGICAL HEAD OF THE LABORATORY

*Philippe Pourtau*  
Philippe Pourtau

LA REPRODUCTION DE CE DOCUMENT NE SE FAIT QUE SOUS  
LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE IDENTIQUE.

CE DOCUMENT NE PEUT PAS ETRE UTILISE EN L'ETAT  
PLACE D'UN CERTIFICAT D'ETAT IMAGÉ. CE DOCUMENT  
NE PEUT ETRE REPRODUIT QUE CONFORMEMENT AUX  
RECOMMANDATIONS DU  
PROFESSEUR DE DOCUMENTATION D'ET-015

THE REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT MUST BE MADE  
BY PHOTOGRAPHIC MEANS.

THIS DOCUMENT CANNOT BE USED AS CALIBRATION  
CERTIFICATE. THE DOCUMENT WAS PREPARED USING  
STANDARD A1-01511 GUIDELINES.

01dB

SONOMETRO 2



**CONSTAT DE VERIFICATION**  
**VERIFICATION CERTIFICATE**

N° CV-DTE-T-10-PVE-51091

**FULECOL**

DELIVRE A :  
ISSUED FOR :

**INSTRUMENT VERIFIE**  
**CHECKING INSTRUMENT**

Désignation : Sonomètre Intégrateur  
Designation : Integrator Sound Level Meter

Constructeur : 01dB-Metravib  
Manufacturer

Type : BLACK SOLO 01 N° de série : 35005  
Type : Serial number

N° d'identification :  
identification number

Date d'émission : 02/12/10

Ce constat comprend 6 pages  
This certificate includes pages

LE RESPONSABLE METROLOGIQUE  
DU LABORATOIRE  
THE METROLOGICAL HEAD OF THE LABORATORY

Philippe POURTAU

LA REPRODUCTION DE CE CONSTAT N'EST AUTORISEE QUE SOUS  
LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL

THIS CHECKING REPORT MAY NOT BE REPRODUCED OTHER THAN IN  
FULL BY PHOTOGRAPHIC PROCESS

CE DOCUMENT NE PEUT PAS ETRE UTILISE EN LIEU ET PLACE  
D'UN CERTIFICAT D'ETALONNAGE CE DOCUMENT EST  
REALISE SUIVANT LES RECOMMANDATIONS DU FASCICULE DE  
DOCUMENTATION X 07-011

THIS DOCUMENT CANT BE USED AS CALIBRATION  
CERTIFICATE THIS DOCUMENT THIS DOCUMENT IS MADE WITH  
STANDARD X 07-011 RECOMMENDATION

01dB-Metravib



1115 - T. 0338 947111 Fax

**IDENTIFICATION :**  
IDENTIFICATION

Calibreur acoustique  
Sound calibrator

Constructeur : **01dB-Metavib**  
 Manufacturer  
 Type : **Cat 21**  
 Type  
 Numéro de série : **34893288**  
 Serial number

**PROGRAMME DE VERIFICATION :**  
CHECKED PROCEDURE

- Ce calibreur a été vérifié sur les caractéristiques suivantes
- Niveau de pression acoustique
  - Fréquence du signal acoustique
  - Distorsion du signal acoustique
- The calibrator was checked for different characteristics
- Acoustic pressure level
  - Acoustic signal frequency
  - Acoustic signal distortion

**METHODE DE VERIFICATION :**  
CHECKING METHOD

Préalablement à la vérification, l'appareil est resté dans une salle climatisée à 23°C ± 3°C. Le niveau de pression acoustique est mesuré sur une chaîne étalonnée en sensibilité. Les autres caractéristiques sont étalonnées avec un multimètre et un distorsionneur étalonnés en amplitude et en fréquence.

Prior to verification, the instrument was left in an air-conditioned room at 23 °C ± 3°C. Acoustic pressure level is measured on a measuring chain calibrated in sensitivity. The other characteristics were checked with a multimeter and a distortion generator calibrated in amplitude and in frequency.

**CONDITIONS DE VERIFICATION :**  
CHECKING CONDITIONS

Date de l'étalonnage : 2009-10  
 Date of Calibration  
 Nom de l'opérateur : Christophe Delbour  
 Operator Name  
 Instruction d'étalonnage : P118-NOT-01-02.doc  
 Calibration instruction  
 Pression atmosphérique : 99,49 kPa  
 Static pressure  
 Température : 23,6 °C  
 Temperature  
 Taux d'humidité relative : 35,7 %HR  
 Relative humidity



**MOYENS DE MESURES UTILISES POUR LA VERIFICATION :**  
MEASURING INSTRUMENTS USED FOR CHECKING

Description / Description	Constructeur / Manufacturer	Type / Type	N° de série / Serial number	N° d'étalonnage / Calibration number
Préamplificateur / Pre-amplifier	01 dB-Metavib	PAE 12 H	011210	1160
Amplificateur de mesure / Measuring amplifier	Bruel & Kjaer	2635	1368375	1007
Multimètre multimètre	HP	34421 A	US06079042	1706
Microphone / Microphone	01dB-Metavib	107	0002	1237
Distorsionneur / Distortion maker	Pioneer	DA 523	410	1056

Tous les moyens de mesure utilisés sont rattachés aux étalons de référence de la société 01dB-Metavib. Les étalons de référence de la société 01dB-Metavib sont rattachés aux étalons nationaux par un étalonnage COFRAC. La liste de ces étalons est disponible sur simple demande auprès du responsable métrologique du laboratoire.

All the measuring instruments are calibrated to the 01dB-Metavib reference standards. 01dB-Metavib reference standards are calibrated to national standard with COFRAC certificate of calibration. The reference standards list is available on simple request to the metrological head of the laboratory.

**RESULTATS :**  
RESULTS

Le jugement de conformité de chaque test est établi suivant les tolérances données par la norme suivante IEC 60942: 2003. Conformity decision is granted according to tolerance Class/class descriptions of the following standards.

**JUGEMENT DE CONFORMITE :**  
CONFORMITY JUDGEMENT

Description / Description	Résultat / Result	Result
Niveau de pression acoustique / Acoustic pressure level - 94 dB	Conforme / Conform	Conform
Fréquence / Frequency - 94 dB	Conforme / Conform	Conform
Distorsion / Distortion - 94 dB	Conforme / Conform	Conform

Fin du constat.  
End of certificate.



**IDENTIFICATION:**  
 IDENTIFICATION

	Sonomètre Sound level meter	Préamplificateur Preampifier	Microphone Microphone
Constructeur / Manufacturer	01dB-Metraub	01dB-Metraub	01dB-Metraub
Type	BLACK SOLO 01	PRE 21 S	MCE 215
Numéro de série / Serial number	35005	15492	11514

**PROGRAMME DE VERIFICATION :**  
 CHECKING PROGRAM

**DESCRIPTION**

- Ce Sonomètre a été vérifié sur les caractéristiques suivantes :
- Réponse en fréquence du sonomètre seul en champ libre
  - Linéarité
  - Pondérations fréquentielles A-B-C-Z
  - Bruit de fond
  - Indicateur de surcharge
  - Filtre 1/1 et 1/3 octave

The Sound level meter has been checked on different characteristics:

- Free field frequency response of the sound level meter
- Linearity
- A-B-C-Z Weighting
- Background noise
- Overload indicator
- 1/1 and 1/3 Octave filter

**METHODE DE VERIFICATION :**  
 CHECKING METHOD

**DESCRIPTION**

L'appareil est vérifié dans une salle climatisée à 23°C +/- 5°C. Les autres caractéristiques sont étalonnées avec un multimètre et un générateur étalonnés en amplitude et en fréquence.  
 The instrument is checked in a air conditioning room at 23 °C +/- 5°C  
 The others characteristics are checked with multimeter and generator calibrated in amplitude and in frequency

The others characteristics are checked with multimeter and generator calibrated in amplitude and in frequency

**CONDITIONS DE VERIFICATION :**  
 CHECKING CONDITIONS

**DESCRIPTION**

Date de l'étalonnage /  
Date of Calibration 01/12/2010  
 Nom de l'opérateur /  
Operator Name Christophe Deltour  
 Instruction d'étalonnage /  
Calibrator instruction P118-NOT-01-02.doc

Pression atmosphérique /  
Static pressure 98,57 kPa  
 Température /  
Temperature 21,2 °C  
 Taux d'humidité relative /  
Relative humidity 24,9 %RH

01dB-Metraub



**MOYENS DE MESURES UTILISES POUR LA VERIFICATION:**  
 INSTRUMENTS USED FOR CHECKING

**DESCRIPTION**

Désignation / Description	Constructeur / Manufacturer	Type	N° de série / Serial number	N° d'étalonnage / Calibration number
Altéreur / Alterator	01 dB-Metraub	---	---	1270
Générateur de fonction / Waveform generator	Hevelink-Packard	HP 33120 A	16236035764	1318
Calibrateur acoustique / Acoustic calibrator	01 dB-Metraub	cal21	5044 1936	1395
Altéreur / Alterator	01 dB-Metraub	---	---	1114
Multimètre / Multimeter	Hevelink-Packard	HP 34401 A	3145424774	1407
Multimètre / Multimeter	Hevelink-Packard	HP 34401 A	US09158775	1190
Métronome / Metronome	Réad	3201	49438	1119
Préamplificateur / Preampifier	01 dB-Metraub	PRE 12 H	20403	1435
Amplificateur / Amplifier	Gen	12AA	---	1494
Chambre anecoïde / Anechoic chamber	01 dB-Metraub	---	---	1060
Calibrateur acoustique / Acoustic calibrator	AKSUD	5117	---	1130
Générateur de fonction / Waveform generator	PIEGE	PM 5101	AC 3448 0761001 402	1001

Tous les moyens de mesure utilisés sont rattachés aux étalons de référence de la société 01dB. Les étalons de référence de la société 01dB sont rattachés aux étalons nationaux par un étalonnage COFRAC. La liste de ces étalons est disponible sur simple demande auprès du responsable métrologique du laboratoire.

All the measuring instruments are calibrated to the 01dB reference standard. 01dB reference standard are calibrated to national standard with COFRAC certificate of calibration. The reference standard list is available on simple request to the metrological head of the laboratory.

**RESULTATS :**  
 RESULTS

Le jugement de conformité de chaque test est établi suivant les tolérances données dans les normes suivantes :  
 Conformity decision has been taken with the tolerances descriptions in the following standards

IEC 60651 (10/2000) classe 1	1
IEC 60804 (10/2000) classe 1	1
IEC 1260 (07/1995) classe 1	1

01dB-Metraub



NET 1 000 4071 P.A.

Réponse en fréquence du sonomètre seul en champ libre  
 Free field frequency response of the sound level meter

Description Description	Résultat Result
Réponse en champ libre du sonomètre Free field frequency response of the sound level meter	Conforme Conform

Linéarité  
Linearity

Description Description	Résultat Result
Linéarité Linearity	Conforme Conform

Pondérations fréquentielles A-B-C-Z  
 A-B-C-Z Weighting

Description Description	Résultat Result
Pondération fréquentielle A-B-C-Z A-B-C-Z Frequency weighting	Conforme Conform

Bruit de fond  
 Background noise

Description Description	Résultat Result
Bruit de fond Noise level	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Bruit de fond filtre 1/1 Octave 1/1 Octave filter Noise level	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Bruit de fond filtre 1/3 Octave 1/3 Octave filter Noise level	Conforme Conform

Indicateur de surcharge  
 Overload indicator

Description Description	Résultat Result
Indicateur de surcharge Overload indicator	Conforme Conform

01485-AB-01-0010



100 Y 016 4171 4 44

Filtre d'octave  
 1/1 Octave filter

Description Description	Résultat Result
Fréquence centrale filtre 1/1 octave 1/1 Octave filter central frequency attenuation	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Réponse en fréquence filtre 1/1 octave 1/1 Octave frequency response	Conforme Conform

Filtre de 1/3 d'octave  
 1/3 Octave filter

Description Description	Résultat Result
Fréquence centrale filtre 1/3 octave 1/3 Octave filter central frequency attenuation	Conforme Conform

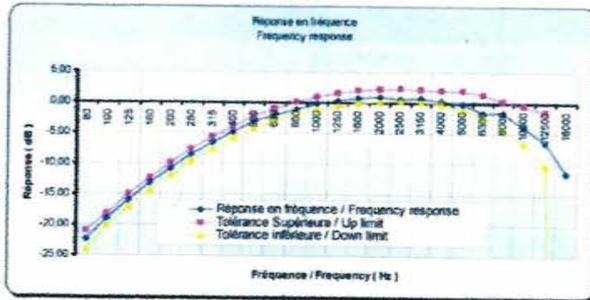
Description Description	Résultat Result
Réponse en fréquence filtre 1/3 octave 1/3 Octave frequency response	Conforme Conform

01485-AB-01-0010

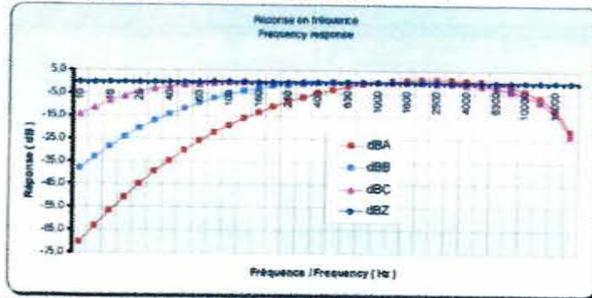


100 Y 016 4171 4 44

Annexe  
 Annex



Réponse électrique du sonomètre en dBA avec tolérances de la Classe 1  
 Electrical frequency response dBA of the sound level meter with Tolerances Class 1



Réponse en fréquence du sonomètre en électrique avec pondérations A-B-C-Z  
 Electrical frequency response of the sound level meter with A-B-C-Z weightings

01dB-Mettravib



010 1 62 0 111 1 1 1



**CERTIFICAT DE CONFORMITE**  
**CONFORMITY CERTIFICATE**

Nous, fabricant  
 We, manufacturer

**01dB-Mettravib**  
 200, Chemin des Ormeaux  
 F 69578 LIMONEST Cedex- FRANCE

déclarons sous notre seule responsabilité que le produit suivant  
 declare under our own responsibility that the following equipment:

Désignation : **Sonomètre**  
 Designation : **Sound-level meter**

Référence : **BLACK SOLO 01**  
 Reference :

Numéro de série : **35005**  
 Serial Number :

est conforme aux dispositions des normes suivantes :  
 complies with the requirements of the following standards :

Sonomètre : Sound-level meter :	Norme Standard	Classe Class	Edition de Edition of
	IEC 60651	1	10-2000
	IEC 60804	1	10-2000
	IEC 61672-1	1	05-2002
	IEC 1260	1	07-1995
	ANSI S1.11		2004
	ANSI S1.4	1	2001

et répond en tout point, après vérification et essais, aux exigences spécifiées, aux normes et règlements applicables, sauf exceptions, réserves ou dérogations énumérées dans la présente déclaration de conformité.

After testing and verification, this device satisfies all specified requirements and applicable standards and regulations barring exceptions, reservations, or exemptions listed in this certificate of conformity.

Date  
 Date

02/12/10

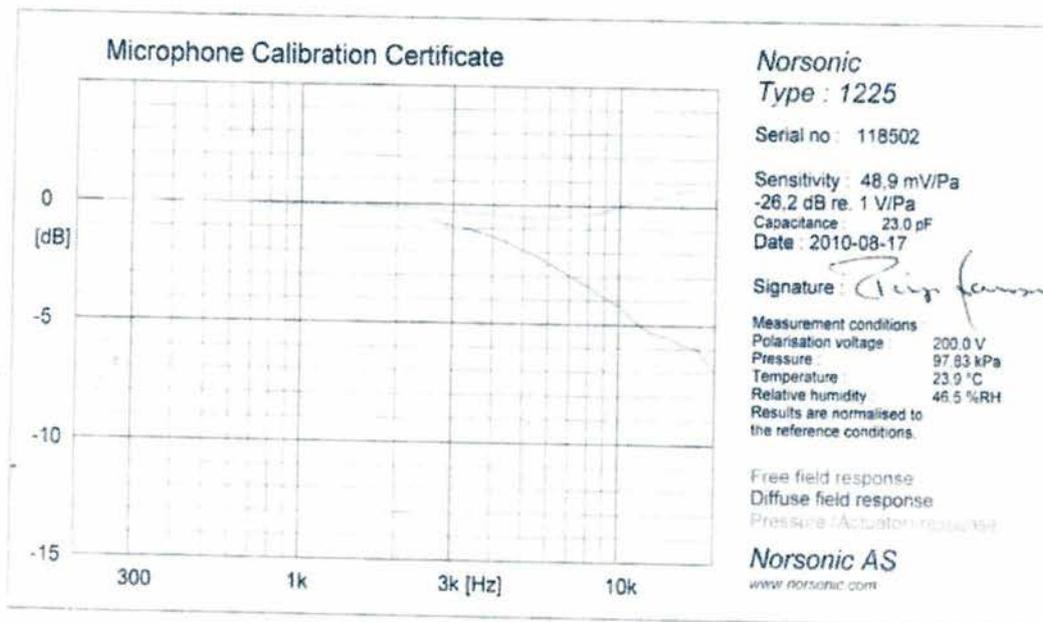
Responsable métrologique du laboratoire  
 The metrological head of the laboratory

Philippe POURTAU



01dB-Mettravib

## SONÓMETRO 3



### Microphone Specifications

Calibration of your microphone cartridge has been made with utmost care to meet all your needs for a high quality measurement device. The calibration is traceable to PTB in Germany.

#### Nominal Specifications

**Ambient temperature coefficient:** 0,01 dB/°C  
**Ambient pressure coefficient:**  $-1 \times 10^{-5}$  dB/Pa  
**Temperature range:** -30 to +70°C  
**Diameter:** 13,2 mm with protection grid on,  
12,7 mm without protection grid  
**Thread for preamp mounting:** 11,7 mm 60 UNS

#### Reference Values

**Temperature:** 23°C  
**Relative humidity:** 50%  
**Ambient pressure:** 101,325 kPa  
**Test frequency for sensitivity:** 250 Hz

### Norsonic Warranty Statement

The warranty period for microphones is 36 months after the time of delivery. The warranty does not include damage due to improper handling, overload, force majeure, or normal wear and tear. The warranty is not granted if the buyer make modifications or repairs without our written consent. Norsonic can choose either to repair or replace microphones having defects due to material or workmanship. Defective goods should be returned to our factory or one of our distributors, and shipments are to be paid and insured by the buyer unless otherwise agreed.

# Certificate of Calibration

Certificate No.: 1310514

Object Precision Sound Level Meter Nor-131  
Supplier Norsonic AS  
Type Nor-131  
Serial number 1313214  
Client DEMO USE

**Calibration complies with the following standard(s)**

IEC 61672-1:2002 class 1  
IEC 60651 type 1  
IEC 60804 type 1  
IEC 61260 class 1  
ANSI S1.4-1983 (R2001) with amd. S1.4A-1985 class 1  
ANSI S1.43-1997 (R2002) class 1  
ANSI S1.11-2004 class 1  
DIN 45 657, Applicable parts  
Norsonic production standard set for the Nor-131

**Instrumentation used for calibration traceable to**

Electrical Parameters: MT, Norway  
Acoustical Parameters: PTB, Germany  
Environmental Parameters: IKM, Norway, Justervesenet, Norway

SW version(s): 1.0.751  
Id no.: 2989403  
Accessories: Nor-1207 Preamplifier: 12664  
Nor-1228 Microphone: 01022  
Comments: None

Date of calibration 8/31/2010  
Calibration interval recommended 2 years

The environmental parameters applicable to this calibration are kept well within limits ensuring negligible deviation on obtained measurement results.

Calibrated by  
Anders Amundsen

Sign. 



Certificate No.: CAL 022-2010-2517

*Preconditioning*

The equipment was preconditioned for more than 12 hours at the specified calibration temperature and humidity.

*Calibration and verification performed*

The performed tests refer to the sections 5.2, 5.3 and 5.5 in IEC 60942 (1997-11): Electro-acoustics - Sound Calibrators. The calibrator has been tested as described in Annex B of the same standard described in the sections B.3.3 for the sound level, B.3.4 for Sound pressure level stability - short-term fluctuations, B.3.5 for frequency and in B.3.6 for total distortion.

*Method of Calibration*

A detailed description of the calibration procedure is available separately from the calibration laboratory.

*Instruments and Program*

A complete list of instruments, hardware and software, that has been used for this calibration is separately available from the calibration laboratory.

*Traceability*

The measured values are traceable to the following laboratories:

Sound Pressure Level: PTB, Germany

Voltage: IKM Laboratorium Norway

Frequency: IKM Laboratorium Norway

Ambient Pressure: IKM Laboratorium Norway

Relative Humidity: Justervesnet, Norway

*Statement of Conformity*

As public evidence was available, from a testing organization responsible for approving the results of pattern evaluation tests, to demonstrate that the model of sound calibrator fully conformed to the requirements for pattern evaluation described in Annex A of IEC 60942:2003-01, the sound calibrator tested is considered to conform to all the class 1 requirements of IEC 60942:2003-01.

Measurements performed by



Street address: Gunnersbråtan 2, N-3421 Tranby, Norway  
Tel: +47 32858900 Fax: +47 32852208 email: ncl@norsonic.com

Page 2 of 2

**ANEXO 5.  
HOJAS DE CÁLCULO CORRECCIONES RUIDO  
AMBIENTAL**

	ID Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	Lreq	Laeq	Leq max dB	Leq min, dB	Liq, dB	Pico, dB	Frecuencias										
												12,5 Hz	31,5 Hz	80 Hz	100 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	20 KHz
DOMINGO			Nocturno	V	47,5	50,5	50,73	63,4	42,9	49,1	85,2	56	43,2	39,6	40,5	49,9	41,1	36,8	36,1	25,9	17,1	7,5
				N	46	49		64,1	40,3	47,6	77,5	50,1	40,7	38,3	36,1	46,2	39,3	37,1	31	16,1	11,3	8,8
				O	45,9	51,9		70,7	40,2	46,8	89,6	49,1	40,5	38,6	36,7	50	39,7	34,4	28,9	28	16,7	13,7
				S	44,2	50,2		57,5	39,7	45,9	80,7	50,5	39,8	37,8	36,7	50,1	38,1	30,5	25,5	14	9,1	7,3
				E	44,6	50,6		62	39,4	46,2	82,2	49,8	40,9	37,5	36,2	49,6	38,2	33,7	22,7	17,2	8,9	7,2
SEMANAL	31	Carrera 11 Calle 56	Diurno	N	74,2	74,2	72,49	91,4	56,2	77,2	103,5	59	63,3	70,4	65,7	64,7	67,8	62,7	62,4	55,1	42	21,2
				O	70,7	70,7		83,4	52	72,5	97,7	60,4	62,5	67,5	63,5	62,7	62,6	60,9	58,2	49,4	45,6	35,9
				S	71,3	74,3		83,4	56,1	73,7	96,5	57,7	63,6	75,4	66,7	63,6	62,5	63,9	58,1	51	44,9	23,2
				E	68,5	68,5		82,1	54,2	70,5	93	56,1	58,7	74,6	73,8	60,4	59,9	60,6	54,6	47,5	39,6	19,1
				V	72,2	72,2		85,2	56,6	74,6	97,7	62,3	64,4	70,2	71,1	64,2	64,3	63,2	59	51,9	47,8	22,4
			Nocturno	N	42,4	45,4	63,86	62,9	32,7	44,2	83,5	45,6	36,3	38,2	36,3	43,8	37,8	31,9	27,9	27,9	16,4	7,7
				O	59,2	62,2		79,5	33	62,1	90,8	45,3	41,7	56	47,1	50,3	48,5	53,2	46,8	32,1	23,2	8,5
				S	62,3	68,3		78,7	36,9	64	95,4	47,3	48,5	66,4	60,9	51,3	61,8	49,6	44,3	39,6	35,2	24,9
				E	53,7	56,7		71	34,1	55,5	86,2	46,7	40,8	39,8	39,3	45,2	50,1	43,7	34,4	28,5	22,7	14,3
				V	62,1	65,1		91,6	35,4	63,6	114,8	77,4	74,5	66,8	67,5	57,5	54,6	52,1	46,1	43,2	39,8	33
			Diurno	N	66,5	66,5	68,20	78,9	49,7	68,5	92,8	52,1	56,4	61,9	58,8	59	57	59,2	53,6	43,3	34,9	15,4
				O	66,8	69,6		82,5	50,1	69,9	95,5	50,9	54,5	61,2	64,6	57,8	56,8	59,8	53	46,8	36,8	22,5
				S	65,7	68,7		79,5	50,9	69,5	92,3	52,1	57,3	57,9	56,1	57,7	56,5	58,4	52,9	43,4	36,1	17,7
				E	66,9	69,9		78,8	48,3	69,3	91,3	54,4	53,7	60,2	66,2	58,6	57	59,8	54	43	33,4	12,5
				V	63,5	63,5		77,8	46,9	64,2	89,9	51,8	52,1	63,3	65,4	56,7	54,2	55,9	50,2	42,1	33,6	15,3
Nocturno	N	60,7	63,7	61,69	73,1	42,1	61,5	85	45,5	47,8	50,6	47,8	54,3	55,6	51,3	45,7	35,9	30,5	16,8			
	O	59,5	62,5		74,7	38,3	60,4	86,3	45	42,8	48,2	54	53,1	54,6	49,8	43,4	33,7	27,1	21,5			
	S	57,7	60,7		71,9	38,2	60,9	83,3	44,7	47,1	52,8	47,3	50,5	54,1	44,5	37,4	28,1	20,3	10,6			
	E	58,3	61,3		75,9	36,7	61,1	90,5	45,1	43,2	61,7	51,1	53,5	50,2	51	43,8	33	28,7	18,4			
	V	58,6	58,6		76,6	36,5	59,7	88,1	57,9	54,2	59,8	52,3	53,1	50,5	50,6	45,5	33,6	24	12,9			
SEMANAL	32	Diagonal 59 No. 68 - 60 Frente a Argos	Diurno	N	70,8	70,8	72,71	89,9	53	72,8	104,1	64,7	64	70,2	67	63,4	63,2	61,9	57,7	52,5	47,8	25,1
				O	70,2	73,2		84,3	57	74,4	96,9	62,1	67,5	70	65,8	64,6	62,3	60,1	59,6	51,7	47	31,6
				S	72,5	75,5		90	53,8	74,1	111,5	73,4	71,6	70,1	71,1	65,1	63,8	62,7	59,3	54,7	52,7	43,6
				E	70,6	73,6		89,2	57,7	71,7	104,3	63,8	68,5	72,8	66,4	63	61,9	61,2	58	56,3	54,8	32,6
				V	71,2	63,1		88,1	56,6	73,6	103,2	61,4	64,9	70,6	66,7	61,2	63,9	62,3	59,1	52,7	51,6	30,2
			Nocturno	N	56,1	59,1	59,26	62,8	54,4	58,2	85	55,8	53,5	54,4	52,3	52,8	50,3	45,3	38,3	25,5	24,5	11,2
				O	55	58		62,1	53,1	59,4	82,4	56,1	52,4	52,5	51,6	53,3	49,1	44,4	38	25,2	20,4	8,2
				S	56,5	56,5		67,8	53,6	57,3	82,4	60,2	55,6	58	54	53,8	49,8	45,8	40,4	34	28,4	11,9
				E	55	58		66,2	52,9	57,6	83,2	55,7	53,6	54,9	52,6	52,4	49,8	44,2	38	27,2	21,1	11,5
				V	59,3	62,3		79,6	52,8	60,2	100,6	57,3	54,8	59	56,3	54,6	52,8	48,7	43,3	37,2	39,8	27,2
			Diurno	N	67,1	67,1	62,51	86,8	55,1	69,5	99,1	61,1	60,9	65	65,4	59,8	58,8	58,5	54,9	50	44,6	28,4
				O	62,5	62,5		77,1	55,4	65,3	91,7	60,3	55,8	65,3	64	56,8	53,1	52,5	50,9	43,7	37,1	17,4
				S	58,3	58,3		69,8	54,5	60,4	81,5	60	53,3	58,1	49,8	53,9	49,8	48,3	46,4	36,6	24,3	7,9
				E	58,5	58,5		69,4	53,2	60,7	85,8	60,2	54,8	54,7	51,6	53,1	51	49,4	47	37,8	30,7	13,9
				V	58	58		73,9	52,4	59,8	94,5	60,4	53,8	52,1	52	53,8	51,2	48,2	45,6	39	27,4	22,2
Nocturno	N	55,8	58,8	56,29	73,1	51,9	57,2	86,6	57,7	60,7	51,3	50	50,7	47	46,1	44,8	36,4	29,5	9			
	O	54,1	54,1		59,9	51,9	56,3	75	57,6	57,1	47,6	48,6	50,1	46,7	44,6	40	30,3	14,8	7,3			
	S	54,3	54,3		62,4	51,1	57,1	77,1	57,5	57,8	48,3	48,3	48,7	46,6	44,9	41,2	31,7	16,4	7,2			
	E	56,5	56,5		72,4	52,2	58	83,1	57,8	57,3	53,7	52,3	49,8	49,7	48,2	43	33,4	21,9	7,9			
	V	56	56		67,2	53,3	58,3	87,2	59,7	61	50,3	50	49,5	48,1	46,2	45,3	35	23,9	27,1			

IO	Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	Lreq	Laeq	Leq max, dB	Leq min, dB	Liq, dB	Pic, dB	Frecuencias										
												12,5 Hz	31,5 Hz	80 Hz	100 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	20 KHz
SEMANAL	28	Carrera 11 Calle 48	Diurno	N	68,8	71,8	73,20	79,3	56,4	70,9	93,5	57,1	61,3	69,2	64,1	61,1	60,2	60,2	56,8	50	41,7	28,8
				O	69,5	75,5		78,4	57,4	71	90,5	61	64	67,6	68,6	61,7	61,4	60,3	56,7	48,7	40,6	19,6
				S	68,2	71,2		79,8	55,7	71,1	95,3	60,8	67,2	67,7	62,4	60	59,7	60,6	55,7	47,5	39,6	27
				E	70,8	73,8		84,1	49,1	74,6	94,7	53,9	64,9	69,6	70,6	65,8	62,2	60,9	58,4	48,6	43,2	22,9
				V	69,2	72,2		84,3	57	72,5	94,9	59,6	62,2	67,6	68,1	61,4	60,8	60,2	56,8	52,3	41,5	30,9
			Nocturno	N	61,2	64,2	61,58	74,6	43,5	65,2	87,5	56,4	51,8	58,3	52,9	54,4	50,4	52,9	50,7	41,5	32,1	11
				O	51,3	57,3		62,8	42,9	65	75,2	50,5	52,2	45,5	43,2	55,4	43,2	40,5	37,9	26,3	18,6	7,6
				S	59	62		76,4	42,9	60,9	93,4	56,8	50,1	56,4	51,6	55,7	53,3	50,1	44,9	39,9	34,8	24,1
				E	53,1	59,1		67,6	44,6	54,1	82,3	54,1	48,5	45,9	44,7	54,5	46,6	43	37,5	31,2	26,2	10,8
			Diurno	N	70,4	76,4	71,47	86,8	50,1	74,8	99,4	57,9	58,9	60	61	57,5	67,3	62,4	56,6	46,1	36,4	18,5
				O	66,2	66,2		77,3	50,3	68,2	88,5	58,1	61,6	62,6	60,3	56,5	57	60,2	53,9	44,8	35,8	15,8
				S	66,8	69,8		79,1	51,4	69,8	91,9	54,9	65,4	68,9	63,1	59,6	60,9	58	54,2	45,5	40,9	28
Nocturno	N	51	57	60,37	66,4	41,3	53	83,3	54,7	51,2	46,5	42,8	52,9	42,3	40	41	29,1	20,2	7,8			
	O	61,1	61,1		79,1	42,3	63,5	91,2	55,3	52,9	48,2	47,2	54,1	50,6	52,7	50,2	40,6	31	9,3			
	S	56	59		75,6	42,2	58,7	87,8	51,6	47,6	49,9	54,1	54,2	46,5	46,7	46	33,2	24	13,2			
	E	53,7	55,4		68,1	43	55,8	81,1	50,9	48,6	50,9	46,9	54,9	47,1	42,9	40,6	32,7	26,7	11			
	V	61	64		76,9	42,7	63,2	106,5	56,7	52,8	53,7	50,3	57,4	49,4	51,9	51,6	39,8	30,8	27,7			
SEMANAL	29	Carrera 10D Calle 51 Frente a P. Industrial	Diurno	N	71,7	71,7	73,20	86,7	61,8	73,7	100,8	63,6	62,8	65,9	60,8	61,3	60,5	61,5	59,9	59,1	57,8	36,1
				O	70,7	70,7		81,5	62,4	72,6	94,3	62,4	65,9	63,9	58,9	56,5	58,7	61,1	60,1	57,7	54,2	29,1
				S	71,1	74,1		89,1	61,1	74,9	104,9	64,6	64,2	62,1	61,2	59,5	59,8	61	60,1	58	54,8	27,7
				E	70,7	73,7		87	61,2	75	100,1	63,9	60,9	63,8	61,9	64,7	60,2	60,5	58,2	57,1	56,5	30,5
				V	74,6	74,6		95,1	63,6	76,1	107,3	67,2	69,5	71,3	67,2	65,8	63,6	64,4	64,3	59,5	54,4	39
			Nocturno	N	61,5	61,5	64,53	72,1	55,1	64,5	84,2	58,6	59,2	60,7	58,1	59,7	55,4	50,1	48,5	42,1	29,9	8,7
				O	58,6	61,6		66,3	55,3	60,2	78,3	59,5	59,2	56,6	55,2	59,6	54,1	45,9	43,2	40,6	23,4	12
				S	60,3	63,3		67,5	55,8	62,3	79,8	63,1	60,7	56,7	55,7	60,6	56,7	49,2	45,4	38,1	21,1	9,9
				E	61	67		68,6	56	64	84,1	62,7	61,2	56,9	55,5	60,5	58,3	50,2	46,3	39,2	26,1	13,6
			Diurno	N	64,4	70,4	68,45	73,1	58,5	66,8	84,9	65	60,7	62,6	59,7	66,1	58,7	54,5	50,3	43,4	31,6	13
				O	61	67		73,2	56,5	63,2	92,1	65,8	60,7	61	58,2	64,5	56	48,8	45,4	39,2	29	13,1
				S	61	67		68,7	57,1	62,5	85,3	64,2	60,7	62,9	59,5	64,2	54,9	48,8	46,5	41,7	26,7	7,7
E	65,1	68,1		73,2	58,6	68,9		87,4	66	69,3	64,9	63,2	66,2	58,1	55,3	51,2	44	31,7	11,6			
V	65,8	68,8		75,6	60,3	68,7		90	69,4	64,4	63,9	61,8	66,6	58,8	55,3	51,2	43,7	37,2	9,9			
Nocturno	N	60,5	66,5	64,87	69,7	55,1	62,5	84,8	63,7	65	58,4	57,9	63,4	58,4	47,8	43,7	35,1	28,3	15,9			
	O	62,2	65,2		78,6	55,7	64,6	102,5	61,8	61,3	58,1	59,3	63,2	57,3	52,4	48,4	42,4	34,6	24,7			
	S	58,7	61,7		71,3	54,9	60,1	83,1	61,9	62,9	57,9	59,3	60,8	51,7	46,9	43,3	41,1	32	8,4			
	E	66	66		79	53,7	68	91,4	62,2	61,1	60,3	59	60,1	57,3	57,6	54,3	45,7	35,9	11,5			
SEMANAL	30	Carrera 10A Calle 66	Diurno	N	49,3	52,3	60,00	71	41	52,5	90,5	52,8	46,4	43,3	41,3	43,4	45	37,7	35,1	27,1	24,5	11,8
				O	49,1	49,1		62,7	42,4	50,7	84,1	59,6	49,1	45,1	45,9	43,9	42,9	38,7	35,4	26,3	20,4	7,9
				S	48,4	48,4		64,1	42	51	85,3	55,2	45,7	42,5	44,5	41,8	41,3	39,5	34,6	28,4	24,8	14,9
				E	53,2	53,2		71,5	41,3	55,6	87,7	62,4	52,4	60,1	48,2	44	44,3	44,1	41,7	33,9	24,9	8,4
				V	60,5	66,5		85	42,8	63,5	106,3	69,2	63,7	60	59,2	53,1	48,8	50,2	44,4	47,8	43,5	35,2
			Nocturno	N	48,4	51,4	55,39	71,6	41,6	50,3	82,9	53,9	41,3	40,2	39,9	49,8	41,6	38,8	32	24,2	25,4	9
				O	52,8	58,8		82,4	41,8	55,8	107,9	59,7	53,6	44,9	40,8	51,5	47,6	39,5	36,1	35,1	40,3	33,3
				S	49,3	55,3		73	42,3	51,4	94,8	54,7	42,4	41,4	39,1	47,7	43,1	39,2	35,8	36,5	26,2	11,1
				E	47,5	53,5		63,5	41,8	49,6	78,3	53,6	42	38,3	38,7	51,8	40,8	36,3	29,9	20	14	7,2
			Diurno	N	49,8	55,8	55,79	68,4	44,3	54,2	85,1	62,7	53,6	42,8	44,4	50,7	44,5	41,6	38	25	18,8	8,2
				O	52,3	58,3		62,5	44,3	50,1	83,1	55,8	45,4	45,8	41,9	51,7	43,5	39,5	38,2	24,7	16,9	8,3
				S	51,1	57,1		68,4	45	54,6	90,5	56,2	45,9	44,4	41,3	52	43,9	44,8	40,5	33,4	21	14,5
E	47,3	53,3		60,5	42	49,5		74,5	54,5	42,7	38,2	38,4	51,1	41,2	34,6	35	21,9	20,4	9,2			



Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq. dB	Lreq	Laeq	Leq max dB	Leq mín. dB	Liq. dB	Pic dB	Frecuencias										
											12,5 Hz	31,5 Hz	80 Hz	100 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	20 KHz
DOMINGO	Carrera 10A Calle 32	Diurno	S	60,8	63,8	62,67	76	47,6	64,5	97,8	67,3	80,7	62,4	57,7	57,4	51,3	52,2	47,6	40,7	30,1	16,2
			E	61,1	61,1		73,1	49,7	63,1	90,7	67,8	59,4	62,2	57	55,5	51,3	53,2	48,1	39,2	26,6	10
			V	61,6	64,6		73,8	52,2	65,6	89,3	63,7	59,6	61,8	58,1	54,6	53,3	53,5	48,6	38,1	26,9	8
			N	74,1	77,1		93,8	42,2	76,9	111,9	74,5	67,9	68,3	69,3	76	62,2	61,7	54,8	52,7	45,5	41,1
			O	58,3	58,3		73,2	42,6	59,5	84,1	47,2	50,5	58,2	55,1	55,5	49,4	49,7	43,7	35,9	30,3	9,1
			S	58,5	58,5		72,5	36,6	60,5	83	59,8	50,8	52,3	53,4	53,5	50,2	51,4	45,1	35,4	24,3	7,6
		Nocturno	E	52,7	52,7	66,2	36,2	55,7	78,2	40,8	47,1	48,8	49,5	46,2	42,2	45,6	39,5	28,5	18,2	10,4	
			V	66	66	92,5	34,8	67,4	116,8	71,9	68,3	67,4	65,1	66,1	54,5	54,3	50,6	52,1	38,2	37,6	
			N	57,9	57,9	71	43,6	59,3	84,9	48,7	52,8	61,4	57,3	50,3	48,2	48,2	46,9	41,5	33,4	17,5	
			O	60,1	63,1	78,4	46,2	63,8	90,6	52,2	56,4	59,1	64,7	50,8	50,3	49,5	48,3	44	35,2	24,2	
			S	63,8	69,8	79,2	45,4	65,6	91,2	49	60	64,4	62,3	58,5	54,5	54	52,4	44,6	35,6	14,8	
			E	55,7	58,7	85	42,8	58,3	82,8	48,5	54,2	55,5	57,5	49	48,2	46,1	43,9	35,7	29	11,3	
DOMINGO	Carrera 11 Calle 34A	Diurno	N	47,1	50,1	65,27	72,6	36,4	50,9	92	43,7	40,5	40,9	41,6	39,5	42,9	34	31,8	23,2	19,8	9,6
			O	54,8	54,8		72,6	46,6	57,1	89,7	45,7	55,2	50,7	61	47,9	46,5	44,2	42,3	36,2	29,5	23
			S	58,1	58,1		71,5	37,2	60,9	84	51,3	57	60,7	61,3	51,5	48,4	48,8	45	40,1	32,3	13,7
			E	57,5	60,5		84,2	35,6	60,7	105,9	48	56	59,3	51	50,3	51,5	44,5	44,3	37,9	37,4	23,9
			V	46,5	46,5		67,6	36,2	49,1	88,8	41,3	38,4	46,4	41,8	43,5	41,5	34,4	29,9	23,5	22,2	19,2
			N	53,6	56,6		73,5	42,8	55,7	95,8	42,9	59,8	46	46,2	48,9	45,8	44,7	40,1	33,7	28,4	27,7
		Nocturno	O	52,5	55,5	69,4	39,7	57,2	88,4	43,4	48,5	53,2	47,3	48,4	46,9	42,1	38,8	34	29	14,5	
			S	56,5	56,5	72,4	39,6	59,2	85,7	41,9	45,3	61,4	59,8	50,3	48,4	45,1	43,7	40,3	35,2	22	
			E	48,8	48,8	59	39,4	50,8	77,8	45,9	48,5	49,6	49,4	46,2	41,4	38,8	35,7	31,4	26,9	12,2	
			V	51,4	51,4	72,3	40	53,3	88,4	42,8	50,4	50	54,7	48,4	44,1	41,9	36,9	33,2	25,9	14,9	
			N	68,6	71,6	96,9	35,3	69,2	118,8	74,1	70,5	66	65,3	69,9	62,8	54,2	49,6	48,3	40,5	40,8	
			O	39,5	39,5	55,6	35,2	40,8	67,4	37,6	36,3	32,8	36,4	38	33,2	31,4	23,8	15,9	9,7	7,3	
DOMINGO	Carrera 11 Calle 34A	Diurno	S	40,1	40,1	64,71	57,5	36,1	41,2	75,3	40,1	37,1	37,5	38,9	38,4	34,1	28,7	23,5	19,3	13,7	7,8
			E	50,4	50,4		67,1	36,3	51,1	84,9	44,5	49,1	48,2	52,7	46,9	40,5	39,2	36,5	28,8	24,9	8,6
			V	46,8	52,8		63,1	34,4	47,4	77,7	37,9	40,1	51,2	49,2	42,5	36,5	37,2	31,5	23,1	16,2	7,6
			N	67,5	67,5		80,2	52,5	69,1	89,7	57,7	64,5	71,1	66,4	62,5	57,4	57,4	55,3	50,3	43,7	32
			O	69,9	72,9		82,8	54,6	72,8	96,1	59,7	70,3	71	67,2	62,9	60,6	60,9	58,9	50,9	43,2	28,4
			S	71,9	74,9		90,2	51,5	74,4	101,3	58,4	62,6	67,6	63,4	61,5	65,8	61,8	60,3	49,7	47,3	22,4
		Nocturno	E	68	68	78,9	57,9	70,6	92,3	60,6	64,2	71,7	68,2	60,5	59,3	58,8	55,7	49,5	41,2	40	
			V	70,8	73,8	88,4	55,4	74,8	101,1	69,8	66,9	69,6	67,9	64,9	64,5	62,1	57,5	51,6	47,2	33,7	
			N	54,4	57,4	77,2	36,2	59,3	99,3	43,6	51,3	49,9	46,1	45,8	45,8	48,4	41,9	36,3	37	32,5	
			O	54,8	57,8	73,8	36	57,4	91,3	43,3	54,3	59,5	54,6	47,8	47,4	46,4	43,6	35,2	32,7	27,5	
			S	66,8	69,6	91,2	36	68,3	103,5	54	57,7	62,6	64,9	61,9	60,2	57	54,2	47,6	37,8	17,2	
			E	64,2	70,2	78,1	39,9	68,6	99,7	45,7	52,3	65,4	58,2	53,4	55,5	59,3	49,6	47,3	48,2	41,5	
DOMINGO	Carrera 11 Calle 34A	Diurno	V	58,9	58,9	71,57	77,5	36,5	60	96,7	42,6	49,9	58,1	56,9	54,2	50,2	48,3	47	39,6	35	24,2
			N	64,6	67,6		75,9	52,2	68,4	89,6	63,5	60,7	63,2	63,4	61,6	56,4	54,6	51,5	45,9	40,1	20,5
			O	65,1	71,1		76,9	47,8	67,4	89,7	64,9	60,8	66,3	64,7	62,1	55,6	54,3	53,5	45,6	40,6	24,7
			S	65,4	65,4		80,8	52,8	67,6	98	59,5	59,1	64,6	67,3	63,2	55,9	55,8	51,1	45,7	37,1	25
			E	70,9	73,9		88,7	54,3	72,3	96,3	67,5	64,7	70,3	69,2	65	61,9	61,7	58,3	50,2	43,6	22,4
			V	68	74		81,9	51,7	70,4	92,4	65,2	63,9	71,6	70,4	62,7	57,7	61,8	54,8	48,2	39,6	17,9
		Nocturno	N	62,8	68,8	89,5	35,8	63	100,2	43,8	54,2	60,7	58,3	50,2	44,7	46,7	41,9	37,4	31,4	14,2	
			O	56,7	56,7	68,1	37,2	57,3	82,5	47,5	56,4	60,1	57,8	51,8	47,2	47,2	44,7	38,1	32,1	16,5	
			S	54,5	54,5	66,7	38,5	56,9	82,6	41,1	52	52,3	51,1	48,4	45,1	46,9	42	32,9	26,5	11,1	
			E	61,5	67,5	77,1	39,7	63,6	100	47,8	53,5	62,9	59,3	54,8	51,5	53,6	49,6	43,4	36,2	27,2	
			V	59,7	59,7	72,4	39,3	60,5	86,4	46,2	55,7	66,6	59,6	54,4	50	50,8	46,6	41,6	33,6	11,8	
			EMANAL	Carrera 11 Calle 34A	Diurno	N	54,2	57,2	65,78	66,8	39,5	59,4	80	45,7	52,5	60,9	57,6	46,9	44,5	44,7	42,3
O	55,4	58,4				71,6	39,3	58,8		89,5	53,6	58,7	53,6	55,7	48,3	46,2	44,7	44,7	38	30,8	30,1
S	57,9	57,9				68,6	38,1	59,3		85,7	52,1	55,4	55,6	60,9	51,4	47,9	46,7	46,2	44,1	33,7	13,2
E	69,2	72,2				95,2	37,3	72,3		107,6	54,7	63,5	62	61,6	64	62,2	58,2	54,6	49,6	39,2	18,6
V	56,8	56,8				76,4	36,1	58,5		95,3	50,3	48,9	52,2	50,3	50	49,9	46,7	42,4	34	31,2	14,5
N	44,7	50,7				70,3	32,5	46,6		69,5	50,2	41,9	37,5	36,1	45,8	40,3	34,3	28,5	23,6	25,1	17,5

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq. dB	Lreq	Leq max dB	Leq min. dB	Lieq. dB	Pic. dB	Frecuencias													
										12,5 Hz	31,5 Hz	80 Hz	100 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	20 KHz			
SEMANTAL	20	Calle 14A No. 19-17	Diurno	E	58,3	64,3	74,9	46,3	61,6	86,2	43,5	61,8	61,5	63,1	52,8	47,6	46	44,1	39,8	36,2	16,8		
				V	68,6	71,6	98,6	45,8	72,1	124,7	74,1	71,1	68,5	67,9	59,3	54,5	59	59,3	58	48,8	51,1		
				N	54,3	57,3	71,6	41,3	57,6	90,3	55,6	59,6	58,3	54,3	53,1	44,9	44,1	42,2	37	31,8	13,4		
				O	56,2	59,2	80,3	41,5	58,2	96,4	51,8	58,6	55,9	50,4	55,5	45,7	45,3	41,9	39,3	33,8	22		
				S	55,7	58,7	77,8	42,6	59,1	96,8	52,2	58	53,9	52,6	51,9	46,1	44,4	42,3	39,8	34,6	19		
			Nocturno	E	55,8	61,8	73,7	42,8	59,2	87,5	49,3	56,8	59,3	54,3	48	45,7	44,9	44,6	43	32,7	13,7		
				V	52,6	52,6	68	41,9	55,1	84	53,2	55,9	55,9	54,3	46,8	43,3	44,9	39,6	32,4	25,5	8,4		
				N	56,6	62,6	77,4	40,2	58,2	93,7	51,5	59,7	53,2	55,4	46,7	46,6	46,6	46,6	42,2	42,2	15,3		
				O	56,2	59,2	76,9	36,3	59,2	95,5	48,1	48,6	57	56,5	46,9	48,3	47,5	43,7	36,9	36,5	23,5		
				S	45,5	51,5	58,6	34,5	47,3	75,5	42,6	44,2	46,2	46,8	41,1	39,6	37,2	31,5	24,4	18,8	8,5		
		DOMINGO	20	Calle 14A No. 19-17	Diurno	E	51,4	57,4	76,7	33,5	55,4	94,8	43,9	46,6	53,6	52,5	41,1	42,4	43,3	39,3	33	34,4	16,5
						V	61,3	67,3	88,5	35,6	65,4	106,9	72	67,2	62,5	63,1	60,8	50,4	46,6	44,1	38,2	39,5	40,9
						N	51,7	54,7	71	41,9	54,9	90,2	74	64,2	53,2	51,6	44,4	43,1	42,2	38,2	30,9	24,1	10,3
					Nocturno	O	54,1	54,1	70,9	42,6	56,9	92,4	73	65,4	57,1	56	48,4	45,6	45,6	41,5	33,9	27,3	14,8
						S	52,3	52,3	65,2	45,1	55,1	83,8	73,2	63,8	54,5	53,2	46,6	44,5	43,2	39	32,5	22,2	10,2
				Diurno	E	53,3	56,3	72,7	43,4	55,6	85	67,9	60,2	52,4	51,9	47,9	45,9	43,9	39,5	37,2	22,6	8,6	
					V	55,6	58,6	77,8	43,3	59,8	98,1	73,3	65,5	59,4	55,3	47,6	46,4	47,9	42,5	38,8	26,8	21,1	
					N	49,6	52,6	67,1	34,8	53,6	79,5	45,5	50,4	48,3	52,9	47,5	40,3	37,4	35,2	31,1	24,6	9,1	
					Nocturno	O	48,8	51,8	66,7	39	52,2	79,2	43,3	54,2	47,3	53,1	41,8	39,2	37,7	38	27,6	19,8	8,6
						S	45,6	48,6	59,4	34	49,8	73,7	45,2	45,9	44,5	40,2	40,2	36,9	37,6	31,4	25,9	18,6	8
SEMANTAL	21	Carrera 11 Calle 21	Diurno	E	52,4	55,4	70	33,2	54,1	87,5	50,7	49	49,9	53,5	44,1	41,2	43,1	39,2	34,1	24,2	7,9		
				V	50	53	65,7	33,2	55	88,5	44,8	47,1	50,2	47,2	42,6	42,5	40	37	30,6	23,8	8,7		
				N	56,2	62,2	81,3	13,7	59,9	96,5	53,4	53,6	54,7	59	57,7	44,9	27,4	12,8	4,9	4,3	7,6		
				O	45,5	51,5	65,9	13,9	48,1	76,4	48,2	48,2	45,5	47,9	46,4	32,8	15,4	4,5	1	2,8	7,1		
				S	45,5	51,5	70,3	13,1	48	80,4	45,8	45,6	42,8	46,5	49,9	35,7	16,2	4,9	1,8	2,8	7,1		
			Nocturno	E	43,7	49,7	70,5	13,1	45,5	85	43,4	45,3	46,2	50,5	46,3	34,8	16,9	5,2	3	3,1	7,1		
				V	51,7	57,7	79,8	13,1	53,6	93,8	82,2	70,2	64,2	63	47,4	37,4	26,6	11	8,6	9,1	13,2		
				N	59,5	65,5	71,8	40,3	62,5	86,2	43,8	54,7	59,5	54,1	51,9	50,7	51,4	46,7	37,8	28,6	9,7		
				O	56,5	56,5	69,5	40,4	59,5	88,4	43,5	52,9	53,3	53,5	51,2	48,8	47,7	44,1	36,7	33,4	25,3		
				S	59,2	59,2	72,6	41,5	60,3	85,1	44,9	52,1	59,8	56,9	55,1	50,2	50,1	45,6	39,7	31,8	10,7		
DOMINGO	21	Carrera 11 Calle 21	Diurno	E	54,8	54,8	73,8	41,7	57	93,1	43,7	54,3	55,8	54,4	53,9	46,3	46,1	40,8	33,6	31,3	12,1		
				V	61,1	61,1	78	39,9	63,2	91,2	58,4	54,9	56,9	54,7	57,2	52,3	50,1	48,6	43	37,8	18,3		
				N	64,2	64,2	80,1	53,8	65,7	91,2	70,7	65	61,5	60,4	57,4	56,7	53,6	50,9	49,2	38,3	31,5		
				O	64,4	70,4	79,4	53,4	66,5	89,8	74,7	69,6	63,6	63,3	57,5	56,6	54,7	51,3	43,9	37,2	26,6		
				S	64,9	67,9	77,4	53,6	67,4	88,6	66	60,7	62,6	57,3	56,1	55,4	59,2	51,6	45,6	34,5	17,3		
			Nocturno	E	68,6	74,6	87	53	70,3	97,9	71,8	65,2	62,4	62,2	58,3	57	59,5	59,3	46,2	40,8	20,1		
				V	66,9	72,9	93	52,5	68,6	111,6	69,8	64,2	65,6	64,4	62,8	57,7	57,6	52,1	46,2	42,5	37,9		
				N	64,3	67,3	89,4	42,9	69,6	108,9	59,2	59,8	61,3	61,5	58,6	58,5	54	47,6	42,1	36,1	29,6		
				O	55,8	55,8	66,3	40,3	57	84,5	41,9	51,7	57,1	57,4	51,4	47,4	46,4	42,9	35,2	29,4	12,8		
				S	58,6	64,6	71	44,7	70,2	83,9	43,5	53,1	58,6	54,5	55,4	49,9	50,6	45,7	36,9	29,9	11		
SEMANTAL	22	Carrera 11 calle 29	Diurno	E	63,5	63,5	85,9	44,1	65,3	105,4	73,3	69,6	63,1	61,4	59,2	54	54,9	48,5	49,8	37	34,1		
				V	59,7	59,7	72,6	42,1	61,2	84,2	45,5	55,4	61,7	58,5	53,1	49,5	50,1	46,8	39,7	32,6	15,9		
				N	64,1	64,1	77,1	52,4	67	88,8	57,5	59,1	65,2	62,9	56,3	54,9	56	52,6	43,7	32,6	8,6		
				O	63,4	66,4	78,3	54,5	65,8	90,4	59	59,2	63,5	59,8	54,1	54,9	56	50,8	43,1	36	12,4		
				S	62,2	65,2	72,6	48,5	65,1	85,6	59,6	58,3	62,3	58,2	54,3	52,9	54,2	49,8	43,4	33,6	15,5		
			Nocturno	E	61,5	64,5	71,2	47,4	65,4	85,1	58	57,9	60,2	57,1	52,6	52,5	53,6	49	42,3	31,4	9,6		
				V	64,2	64,2	74,2	50,2	67,1	94,5	58,6	58,8	65,2	69,2	56,2	55,2	55,7	52,1	44,1	38,4	20,5		
				N	53,4	59,4	74,1	32	56,8	85,5	39	42,8	50,2	46,3	42,3	41,2	43,4	39,4	36,4	20,9	10,2		
				O	52,6	58,6	67,9	34,3	54,6	80,2	41,3	50,6	54,9	50,7	45,6	43,8	44,3	40,1	38,7	27,8	8,4		
				S	53,7	56,7	66,8	32,6	57	80	41,8	44,8	46,2	47,4	44,2	43,6	46,2	41,6	31,2	23,4	11,4		
SEMANTAL	22	Carrera 11 calle 29	Nocturno	E	57	57	77,1	34,7	59,2	100,4	54,5	49,6	56,3	55,5	49,1	48,3	48,7	44,2	38,1	35	29,9		
				V	63,3	66,3	90,2	31,1	65,7	112,7	76,6	77,1	68,2	64,5	61,3	57,1	49,7	45	46,2	42,3	48,9		
				N	62,4	62,4	74,2	50,2	65,2	88	63,9	58,5	61,7	60,2	55,7	52,6	54,8	49,7	41,3	30,8	11,4		
				O	59,7	59,7	77,3	49,2	60,3	90	72,7	63,2	61	56,6	56,8	50,2	51,3	46,6	39,3	28,5	16,8		

SEMANA	Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	Lreq	Laeq	Leq max, dB	Leq min, dB	Lieg, dB	Pic, dB	Frecuencias										
												12,5 Hz	31,5 Hz	80 Hz	100 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	20 KHz
SEMANA	17	Calle 7 No. 25 - 77	Nocturno	V	68,5	71,5	63,59	92,4	53,9	70,3	117,9	73,1	67,8	71	68,4	61,3	58,9	59,5	55,6	54,8	43,6	40,7
				N	51,1	54,1		65,3	36,1	54,8	78,7	44,2	55,3	53,9	49	45,8	44,5	40,4	39,3	32,9	28,8	12,7
				O	59,9	59,9		73	38,7	62,4	84,4	53,2	51,7	58,2	55,6	52,3	52,3	51,2	48,1	41,5	34,2	15,7
				S	69,7	69,7		84	36,9	71,9	96,5	56,9	58,7	68,6	65,6	61,9	62,5	60,6	56,5	50,1	41,6	28,1
				E	52,3	55,3		70,7	34,7	56	83,8	46,1	52,4	49,3	47,2	46,3	45,2	41,4	41,8	33,7	24,6	10,3
			V	57,1	57,1	71,3	34,8	59,1	92,4	60,9	58,3	55,9	54,5	47,6	48,5	49,1	45	40,3	33	16,4		
			Diurno	N	65,1	68,1	69,10	77,8	50	68,7	95,1	55,1	67,1	65,2	67	57,9	55,3	55,7	54,7	50,9	40,6	29,8
				O	66	69		83,1	51,6	69,5	97,8	51,3	62,5	70,9	69,9	61,1	56,1	54,8	56,3	50,4	44,6	30,3
				S	65,8	71,8		77,8	52,5	67,8	90,2	58,3	66,2	65,9	65,7	59,8	58,6	55,5	54,5	52,5	42,6	32,8
				E	66,1	69,1		80,4	50,7	69,9	93,9	54	61,3	64,4	62,9	61,1	56,7	54,7	56,3	51,6	47,1	33,5
			V	64,8	64,8	76,5	51,6	67,5	88,2	54,2	66,7	66,3	67,7	58,5	54,9	54,6	54,3	52,1	42	27,9		
			Nocturno	N	49,9	49,9	50,13	65,5	35,8	50,2	78,8	52,7	50,7	51,2	51,7	51,1	38,5	37,7	35,1	30,8	25,3	16,6
O	46,3	49,3		65,8	31,2	48,4		77,2	49,8	43,7	46,3	43,5	50,2	33,7	32,5	28,9	18,8	11,3	7,3			
S	44,4	47,4		64	31,7	48,2		81,8	45,1	44,3	42,5	38,6	45,1	32,2	34,3	32,3	24,3	16,8	8,7			
E	50,4	53,4		64,8	31	53,9		77,7	46,4	49,9	50,8	50	48,3	38,7	39,5	39,1	33,1	24,3	11,3			
V	44,7	47,7		62,7	31,8	48,6		81,2	42,6	50,3	47,8	45	43,3	37	32,4	31,7	29	21,5	7,6			
SEMANA	18	Carrera 20 No 14-93	Diurno	N	69,5	69,5	70,47	87,4	58,6	71,8	98,3	54,5	65,1	62,2	59,1	58	60	60,6	59	46,8	40,3	23,3
				O	68,9	74,9		93	59,4	70,2	101,6	57,8	63,9	67,2	64	59,3	60,9	58,9	52,7	57	43,2	23,9
				S	64,9	67,9		83,6	57,5	67,1	96,2	50,7	64,6	63,2	60,9	57,6	57	54,7	51,3	48,4	39,6	19,9
				E	61,7	61,7		76,2	53,1	63,9	88,9	50,3	62,2	71,6	64,9	55,6	53,3	49,6	47,8	45,8	38,3	24,7
				V	63,2	69,2		77,8	55,3	65,4	95,6	53,4	64	67,6	64,6	55,3	55,7	54	49,6	44,2	39,3	15,6
			Nocturno	N	50,4	56,4	59,21	66,7	37,1	55,7	81,1	43,4	46,7	49,6	50,3	42,7	45,8	39,9	35,4	33	26,1	24,3
				O	57,4	60,4		81,9	39	59	96,7	45,7	48,6	55,7	59,2	48,1	48,6	43,9	47,7	38,6	37,5	33,1
				S	62,9	62,9		78	41,6	64,9	95,2	45,4	53	60,9	57,2	56,1	55,4	54,6	50,2	42,7	36,7	20
				E	53,9	53,9		68,5	33,7	55,6	83,7	42,6	49,4	50,7	50	50,4	44,5	42,2	40,3	36,5	29	14,1
			V	58,4	56,4	73,3	35,6	58	91,3	43,1	57,5	54	52,4	47,6	46,4	48,5	45	37,4	28,7	20,5		
			Diurno	N	61,5	61,5	65,69	80,8	53,5	62,8	98,6	54,7	60,2	63,2	59,7	53	53	52,2	48,4	40,2	34,9	22,8
				O	58,7	58,7		69,4	50	60,5	84,8	64,9	61,3	60,6	58,6	50,9	50,7	48,9	46,9	40,4	31,3	17
S	66,4	69,4		81,7	51,5	69,9		84,1	64,2	64,2	63,3	61,1	57,4	62	56,1	51,7	47,4	40,6	23,1			
E	60,3	60,3		71,6	49,7	62,9		84,3	66	59,8	61,3	59	53,5	53,1	50,4	47,5	40,5	33,4	15,4			
V	62,2	68,2		80,8	47,8	64,2		92	64,4	56,8	60,3	56,7	51,9	51,2	50,2	47,3	40,8	29,9	26,9			
Nocturno	N	69,6	75,6	70,36	86,7	42,8	70,5	97,6	50,2	57	67,9	62,8	70,3	62,8	56,2	52,4	47,4	38,4	23,2			
	O	65,3	68,3		82,3	49,3	68,2	93,4	45	59,5	64,8	61	63,8	57,6	57,2	49,5	46,3	36	17,2			
	S	63,1	66,1		82,3	47,9	65,9	97	48,8	60,7	61,2	55,8	51	53	51	55,1	45	34	14,8			
	E	63,5	63,5		80,7	43,1	66,5	93,5	52,2	67,1	58,5	57,9	53,1	56	53,9	51,9	44,7	37	23,6			
	V	66,9	66,9		88,2	46,5	69,1	109,4	70,5	62,4	61,5	61,7	59,6	59,2	58	53,9	47,9	34,4	27			
SEMANA	19	Carrera 11 Calle 18	Diurno	N	53,9	59,9	63,50	81,7	18,9	55,3	99,2	40,6	38,9	42,3	43,9	44,5	53,2	29,1	15,6	6,3	3,8	7,3
				O	43	49		68,9	16,1	48,2	84,9	26,9	26,6	26,9	25	22,5	41,7	19,8	12,8	4,4	3,4	7,1
				S	47	53		74,3	15,8	48,9	87,4	28,9	31	31,7	28,6	25,6	46	24,6	8,8	3,7	3	7,1
				E	49,9	55,9		76,3	15	52	89,4	28,5	33,1	33,1	33,7	29,2	47,2	27,7	12,6	6,2	3,2	7,1
				V	66,8	69,8		90,1	12,9	68,6	109,3	90,2	84,4	74,6	73,5	65,5	56,5	48,8	41,1	31,9	29,6	26,9
			Nocturno	N	56,1	56,1	58,74	69,4	45,4	59,1	90,9	39,6	59	56,6	55,1	48,1	45,3	47	44,5	40,5	37,9	29,1
				O	55,5	61,5		67,7	43,8	58,7	78,4	40,6	55	60	60,9	49,3	47	44,6	43,6	36,1	30,4	11,7
				S	57,6	60,6		79	43,6	59,1	91	41,1	52,9	59,2	59,6	52,2	49,4	46,1	43,8	38	32	14,2
				E	55,8	55,8		67,2	43,3	57,9	84,1	46,2	57,3	57,2	54,6	50,8	48,8	45,6	42,2	39,2	31,6	12,4
			V	55,9	55,9	73,6	44,2	58	86,6	43,6	55,4	56,4	55,3	50,7	48,4	46,8	43,5	38,1	30,7	10,1		
			Diurno	N	60,6	63,6	67,01	72,1	52	64,6	91,7	64,2	65,5	65,1	62,6	55	53	50,3	47,3	42	36,5	19,8
				O	62,1	68,1		73,4	52,3	64,9	90,7	66,5	62,9	64,3	65,1	56,6	53,5	53,2	50,4	42,3	37	24,9
S	63,3	69,3		75,8	49,1	65,7		90,6	64,2	61,7	65,3	63,5	57,9	56	54,3	50,9	42,5	33,7	18,6			
E	63,7	66,7		79,1	51,6	67,4		93,6	68,4	63,2	66,6	66,5	58	54,1	53	49,9	42,9	34,8	17			
V	62	65	77,3	50,2	66,2	95,4	64,1	61,3	60,8	60,3	58,4	53,7	51,1	48,7	43,8	37,5	21,2					
Nocturno	N	64,2	67,2	67,10	84,8	48,6	67,5	110	56,7	58	60,5	60,3	59,8	55,4	55,2	50,1	49,1	37,5	40,1			
	O	57	60		76,4	45,6	59,6	88,3	41,9	58,9	59,9	62,1	51,2	49,4	46,3	43,1	38,1	34,2	14,6			
	S	60,5	63,5		73,6	47,6	65,2	91,4	48	60,2	64,1	61	54,7	53,6	49,7	47,4	41,9	41,4	22			

AL	Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq. dB	Lreq	Laeq	Leq max dB	Leq min. dB	Liq. dB	Pic dB	Frecuencias											
												12,5 Hz	31,5 Hz	63 Hz	100 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	20 KHz	
DOMINGO	Carrera 20	Diurno	N	68	68	68,08	83,8	49,8	70,2	96,7	64,3	58,4	67,9	60,6	61,5	58,3	59,8	56,3	48,9	43,7	22,6		
			O	61	64		72,4	44,1	65,6	83,6	52,2	52,2	59	58,8	56	52,7	50,5	48,6	41,8	35,7	19,4		
			S	59	59		69,8	42,5	61,8	82,1	50	53	62,7	56,9	51,8	49,6	49,6	47	40,5	32	17		
			E	69,2	72,2		88,4	46,3	71,9	101,2	55,8	60,3	67,5	70,8	61,9	63,7	59,8	54,8	48,8	44,4	27,4		
			V	64,7	67,7		91,1	45	65,6	110,2	56,2	59	63,4	60	53,3	54,2	58,5	51,3	48,8	40	36,8		
			N	52,4	58,4		64,95	78,7	25,9	55,1	91,2	51,2	47	46,4	44,3	49,6	38,1	38,6	37,4	27,2	21	12	
			O	56,4	59,4			72,6	26,9	59	85,3	53,2	46,1	59,6	48,7	52,7	48,1	44,6	43,5	40,2	32,1	12,1	
			S	60,7	60,7			77,7	26	62,8	90,7	55,4	54,3	56,6	53,1	54,2	52	51,9	48,8	41	33,2	15,2	
		E	37,8	40,8	59,5	26		40	73,2	43,8	35,3	35,4	35,3	41,1	27,8	21,3	14,4	13,3	7,9	7,3			
		V	44,8	71,1	66,7	26	45,9	80,7	50,1	41,1	40,8	44,9	48,2	38	31,1	30,3	20,4	12,2	7,3				
		SEMAMAL	Calle 12 No. 12-84	Diurno	N	67,7	67,7	74,17	83	56,3	68,2	103,5	63,1	65,9	65,9	65,8	60,9	59	57	55,7	51,8	45,7	35,5
					O	69,1	72,1		82,3	59,2	72,4	92,4	64,6	67	69,7	68,3	60,2	59,3	58,6	57,4	55,4	44,7	28,3
S	76,6				79,6	90,4	61,6		78,1	103,5	62	65,7	65,8	66,9	65,7	71,8	67,6	60,8	53,1	43,5	25,1		
E	70,7				70,7	91,5	59		72,6	117,7	82,7	76,3	71,6	69,5	64,3	64,6	60,5	57,1	53	45,9	47,2		
V	67,4			67,4	83,1	59,4	69	100,5	67,8	67,3	66,2	65,2	59,6	58,4	57,3	55,9	52,3	43,5	29,2				
Nocturno	N			54,1	60,1	59,29	68,7	36,6	57,7	81,9	49,5	56,6	49,5	50	52,7	45,4	44,6	41,6	34,1	30,3	21,1		
	O			51,3	57,3		71,1	35,5	56,9	88,9	45,1	52,4	50,1	48,8	50,1	44,9	38,2	37,7	31	27,2	9,2		
	S			50,3	53,3		64,9	36,8	56,2	76,8	46,9	50	44,7	45	48	43,6	39,4	38,5	29,1	21,4	8,1		
	E	52,8	55,8	77,4	35,9		55,2	98,7	54,8	56	46,6	47,4	50,5	45,1	43,9	39,1	31,3	24,8	8,6				
V	57,2	63,2	81,4	36,7	59,6	99,9	54	49,9	51,6	48,4	59,1	44,3	44,9	47,2	31,8	30,6	10,7						
DOMINGO	Calle 12 No. 12-84	Diurno	N	66,5	72,5	72,10	82,8	58,1	69	93,7	55,9	69,1	63,3	62,8	56,3	56,9	55,3	54	48,8	39,4	35,2		
			O	69,8	75,6		91	58,3	72,2	100,3	57,8	65,1	68,8	67,4	63,5	59,6	57,5	56,8	53,7	44,3	26,2		
			S	67,2	70,2		86,4	59,6	69,2	101,6	56,7	66,7	67,7	70,5	58,5	57,5	56,5	55,7	49,6	40	21,9		
			E	66,3	69,3		83,9	58,3	66,7	94,7	59,5	66,1	64,6	63,6	58,4	57,1	56,2	54,3	48,9	40	22,7		
		V	69	69	90,4	60,6	70,3	109,8	69,8	70,7	68	67	61,8	59,5	58,1	57,3	53,4	43,5	38,1				
		Nocturno	N	52,6	52,6	56,66	66,5	37,2	54,3	87,3	46,9	55,7	51,5	52,8	44,1	43,2	42,9	41,6	36	28,3	13,3		
			O	52,7	52,7		64,5	35,9	55,4	83,7	43,8	51,5	51,4	54,5	44,2	42,6	43,3	42,7	33,2	24,5	9,4		
			S	53,5	53,5		70,6	35,3	56,2	82,9	44,4	53,2	49,6	46,8	44	43,1	45,4	42,6	35,1	25,7	14,9		
E	53,3		53,3	68,6	36,6		55,8	82,7	40,9	48,7	57,6	54,2	47,8	45,5	40,5	39	33,8	27,2	13,1				
V	58,8	61,8	82,1	35,1	60,8	99,1	49,3	55,9	52,8	53,1	54,5	50,2	50,5	43,7	34,9	35,7	28,2						
SEMAMAL	Carrera 11 Calle 16	Diurno	N	42,2	48,2	60,44	70,5	18	44	83,6	36,8	38,3	36,5	29,5	28,1	40	22,1	12,8	5,4	4	7,3		
			O	46,9	52,9		71,5	22,5	48,4	85,9	50,9	44,8	44,4	40,8	31,2	46,1	28,6	15,7	6,3	3,1	7,1		
			S	49,4	55,4		68,8	19,5	50,9	82,8	38,6	37,1	37,6	32,7	31,8	48,3	28	11,4	4,5	3,3	7,1		
			E	58,2	64,2		85,2	18,8	60,5	101,7	51,8	51,1	54	55,4	56,7	52,7	35,9	27,4	8,7	5,3	7,9		
		V	60,6	63,6	88,3	17,4	65,8	106,1	88,6	79,8	72,6	70	56,3	50,5	44,7	35,4	29	26,9	24,6				
		Nocturno	N	56,7	59,7	63,82	76,8	48,1	58,7	97,9	43,8	56,6	59,8	62,4	50,8	48	46	44	38	31,8	27,1		
			O	54,9	60,9		71,5	45,8	57	87,9	44,2	57,7	58,8	57,1	49	46,1	44,6	41,9	38,8	28,7	11,7		
			S	58	64		70,2	46,5	60,1	82,3	44,7	53,1	62,7	59,8	51,8	47,5	48	44,6	36,9	29,6	14,9		
E	51,6		54,6	64	43,6		55,6	86,3	38,1	48,9	58,9	56,6	46,3	44,3	41,4	37,8	36	28,4	13,5				
V	65,5	68,5	92,5	46	68,7	115,2	79,1	73,6	66,6	65,5	60,6	55,4	51,7	51,7	51,5	49	51,8						
Diurno	N	59	62	64,69	72,7	50,5	60,5	89,7	68,7	61,6	61,6	59,6	60	48,8	48,2	46	39,4	35,1	16,3				
	O	57,3	63,3		72,9	48,5	60,6	86	69,2	61,5	61,3	57	55,9	48,1	46,9	44,9	39,9	27,4	10,5				
	S	62,2	62,2		75,7	50,4	64,4	94,2	71,5	64,4	59,4	59,4	60,6	52,2	50,7	49,8	45,8	43	24,8				
	E	61,9	67,9		74,5	49,8	64,7	88,6	65,7	62,2	64,4	59,9	60,8	52,7	52,8	50,6	40,8	33	14,5				
V	59	65	84,2	47,4	62,5	103	66,3	61,3	59,3	58,5	56,3	50,8	47,9	46,4	41,8	39,1	31						
Nocturno	N	55,4	61,4	61,67	77,1	48,2	57,4	90,9	47,3	56	59,3	59,6	48,5	45,8	43,6	40,5	32,3	24,7	9				
	O	59,1	62,1		78,7	49,2	61,4	91,8	43,3	56,4	64,9	63,6	55	52,3	45,9	42,7	38	32	9,7				
	S	54,8	54,8		65,6	47,9	56,8	84,4	41,9	53,5	56,9	56,1	49,8	47,3	44,9	41,4	34,6	24,2	10,2				
	E	56,1	56,1		75,7	49,7	58,5	88,4	42,6	56,5	59	58,5	48,9	47,2	47	42,6	36,4	27,5	9,8				
V	62,6	65,6	87,5	50,7	64,4	115,3	71,5	63,3	65,1	62,7	56,1	53,4	53,9	50,7	49,7	34,6	36						
Diurno	N	67,4	70,4	73,55	80	56	69,3	94,8	50,2	63,8	71,4	69,7	61,5	57,2	56,1	55,7	48,2	42,1	25,3				
	O	75,2	78,2		89,1	56,8	79	103,4	55,1	70,8	81,5	72,4	64,3	66,7	67,1	64	55,2	46,5	25,7				
	S	66,3	72,3		87,2	53,2	69,8	95,9	51,6	63,7	65,2	65,6	59,4	56,7	53,4	51,3	47,2	39,5	20,3				
	E	67,1	67,1		80,2	56,9	69,9	94,5	53,6	66,4	66,4	62,5	61,4	58,4	57,9	56	47,9	42	23,2				

D	Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq. dB	Lreq	Laeq	Leq max dB	Leq min, dB	Lleq, dB	Pic. dB	Frecuencias													
												12,5 Hz	31,5 Hz	80 Hz	100 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	20 KHz			
SEMANAL	12	Carrera 10 No. 13-07	Nocturno	O	64,6	64,6	61,03	80,1	40	66,6	92	61,5	56,2	60,8	58,7	54,3	55,4	55,6	53,2	45,8	39,1	22,1			
				S	58,6	61,6		78,1	38	60,1	93,7	49,8	54,3	55,9	56,1	51,8	50,1	46,4	45,1	39,4	39,1	23,4			
				E	55,5	55,5		70,2	37,7	58	87,3	44	51,7	51,7	50,6	45,4	45,7	47,2	45,1	35,2	25,2	8,9			
				V	56,2	56,2		73,3	36,8	58,2	94	52,3	51,3	52,9	50,4	48,5	48,9	45,3	44,1	35,1	32	24,4			
			Diurno	N	64,7	64,7	69,09	75,3	55,5	67	90	64,7	66	66,5	65	58,3	56,6	54,3	52,7	46,2	39,9	32,9			
				O	65	68		79,6	57	68,9	91,6	57,1	63,6	65,6	66,4	57,6	55,8	55,1	54,8	45,8	39,7	39,2			
				S	68,6	71,6		82,6	58,7	69,8	98,9	56	64,1	65,5	64,9	60,6	60,5	58,6	56,7	51,9	44,1	28,4			
				E	68	71		90,2	58,7	69,8	101,3	54,5	67,2	69,2	69,5	61,4	58,7	56,8	54,2	51,6	41,6	31,4			
			Nocturno	N	55,7	58,7	55,33	75,9	42,1	57,4	92,7	45,2	48,4	50,9	43,4	51,8	46,6	43,3	43,2	36,2	27,8	14,3			
				O	49,6	49,6		63,2	42	50,1	77,3	33,5	35,7	41,8	36,5	45	45,3	35,2	35,2	31,2	25,3	8,2			
				S	50,9	50,9		63,9	40,7	53,6	79,6	39,3	57,7	48,9	49,8	44,9	44,6	38,8	38,3	32,8	26	9			
				E	52,8	55,8		69,5	40,4	55	81,9	42,8	42	59,9	43,1	44,8	44,7	42,5	41	33,5	24	19,3			
DOMINGO	12	Carrera 10 No. 13-07	Diurno	N	61,7	67,7	69,52	71,5	49,9	65,2	84,1	49,3	63,6	62,3	61,3	54,5	53,2	51,5	49,6	43,1	37,2	22,5			
				O	64,7	64,7		77,2	53,2	67,2	96,2	53,2	63,1	67,5	65,8	59,5	56,5	53,6	52,6	45,7	38,9	22,7			
				S	66,9	69,9		79,6	52,5	67,4	97,3	62,6	66,6	69,6	66,9	62,1	57,7	58,5	54,3	49,2	42,7	23,5			
				E	64,3	70,3		77,4	55,1	66,5	91,8	55,9	66,6	64,2	63,5	59,5	55,4	54,3	51,9	46,1	40,8	25,5			
			Nocturno	N	55,3	64,5	60,66	72,3	43,3	56,8	93,5	46,1	48,9	50,8	46,7	55,2	48	45	41,9	33,8	26,5	10,1			
				O	53,1	59,1		67,3	42,7	56,5	80,6	40,7	41	45,4	43,4	46	47,1	44,8	40,5	33,9	26,1	8,5			
				S	55,6	58,6		72	43,6	56,4	84,5	44,1	39,9	45,8	43,9	49,6	48,6	46,9	43	35	27,2	9,3			
				E	55,9	58,9		75,1	43	59	89,5	40,6	54,2	53,7	52,6	48	48	46	45,4	38	34,5	21,1			
			SEMANAL	13	Carrera 25 Calle 3	Diurno	N	61,4	61,4	65,63	75,2	47,1	62,3	100,1	63,9	59,5	56,6	56,9	53	52,8	52	50,1	44,5	37,9	19,7
							O	64,7	64,7		83	46	67	100,7	60,1	61,3	64	61,1	58,8	56,4	55,3	51,6	46,9	37,2	30,3
							S	59,9	65,9		73,8	48,3	61,1	86,8	62,7	57,6	61	62,5	52,7	51,1	49,4	47,8	46,3	35,2	20,4
							E	62,2	65,2		72,5	49	65,5	87,9	59,3	60,1	60,6	62,6	56,1	54,3	52,2	50	43,6	35,8	17,8
Nocturno	N	51,9				51,9	54,84	65,8	35,5	53,8	81,3	44,1	54,2	53	53,9	48,4	44	41,4	39,1	32	26,3	22,9			
	O	50,9				53,9		62,3	34,3	56,3	79,9	41,7	55,2	54,9	54,7	44,3	42,8	41,8	37,8	31,3	25,5	18,1			
	S	47				50		64,9	32,6	50,3	81,7	32,8	41,3	45,9	48,1	43,8	40,7	34,1	33,1	30,2	16,7	13,4			
	E	48,2				51,2		64,6	33,4	51,6	78	35,4	49,4	48	44,5	43,5	40,9	39,6	34,7	26,7	19,1	21,7			
DOMINGO	13	Carrera 25 Calle 3				Diurno	N	56,4	56,4	64,32	70,8	42,3	58,7	87,1	56	56,4	55,2	53,6	49,9	48,5	47,7	43,4	37,1	32,1	15,8
							O	61,5	64,5		77,4	43,2	64,6	89,6	51,4	57,6	58,3	56,1	53,5	51,5	52,8	51,6	48,3	37,5	21,8
							S	58,9	58,9		70,1	41,3	60,7	86,3	59	57	58	60,1	52,8	49	50,3	49,4	43,2	37	22,4
							E	65,6	68,6		83,8	39,1	67,4	97,9	53,6	52,9	65,8	68,4	61,8	56,8	52,1	55,7	51,2	40,1	26,8
			Nocturno	N	54,6	60,6	58,84	68,9	32	56	82,1	45,6	45,9	47,9	45,7	52,2	50,9	47,9	37	29,3	21,9	19,9			
				O	59,1	62,1		71,5	31	60,7	88,6	50,9	49,5	48,6	50,5	52,4	52,4	49,5	46,4	39	32,6	16,1			
				S	50,2	56,2		69,6	31,7	52,4	84,4	42,7	52,7	48,7	48,6	52,7	46,4	40,7	33,8	25,3	18,2	18,1			
				E	50	56		61,2	31,3	53,3	74	38,9	39,1	38,1	40,3	43,6	47,9	42,3	32,1	26,6	19,5	18,6			
			SEMANAL	14	Calle 7B - 08	Diurno	N	68,1	71,1	68,42	88,7	52,9	70,7	113,7	57,8	62,2	66	63	62,1	61,4	59,3	54,7	50,1	40,4	32,5
							O	68,7	68,7		90,2	54,7	70	111,1	60,8	62,4	72	65,9	63,3	60	58,8	56,6	50,4	43,3	36,5
							S	68,4	68,4		82,3	50,1	69,2	93,2	50,2	58,2	64,4	60,2	61,1	58,5	59,3	55,2	49	40,5	21
							E	64,3	67,3		79,2	57,4	68,5	90,4	50	57,5	65,7	59,3	58,2	56,1	56,3	50	46,5	36,1	16
Nocturno	N	52,3				52,3	56,42	69,1	31,7	54,2	82,6	40,5	38,1	43,5	44,9	42,5	41,9	43,5	42,2	31,4	20,7	7,7			
	O	50,2				56,2		64,8	32,7	53,6	83	39	39	38,2	40,2	46,4	42,6	37,5	37,4	32,8	27,5	13,4			
	S	46,7				46,7		61,3	29,4	48,4	77,7	39,4	45,4	43,4	43,3	43	40,4	36,3	34,2	26,6	18,7	7,5			
	E	48,9				48,9		68,5	30,1	51	82,6	42,5	39,4	38,9	38,2	44,2	41,7	39,9	34,4	27,1	20,5	7,3			
Nocturno	N	61,7				61,7	56,42	89,9	33	62,5	109,5	63,4	66,4	59,2	61	63,7	51,8	48	45,5	43,1	40,2	32,8			

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq. dB	Lreq	Laeq	Leq max dB	Leq min. dB	Liq. dB	Pic dB	Frecuencias												
											12,5 Hz	31,5 Hz	80 Hz	100 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	20 KHz		
SEMANAL	9	Carrera 19 No. 8-08	Diurno	S	64,6	67,6	68,59	72,1	56,9	65	89,1	51,8	61,9	63,1	63,7	57,8	55,8	54,8	53,2	47,7	36,9	32,3	
				E	67,4	67,4		80,2	56,7	70,2	95,4	54,3	61,1	62,8	63,8	64,2	60,4	57	55,7	48,6	38,8	15,9	
				V	69,3	72,3		93,7	56,8	72,6	121,7	69,5	68,4	66,7	67	62,3	59,9	59,5	57,6	55,6	49,6	46,3	
			Nocturno	N	44,8	44,8	60,62	60,3	32,5	47,1	72,2	38,6	53,3	44,2	43,5	40	38,4	34,7	32,2	25,5	19,9	9,5	
				O	56,4	56,4		73,9	33,4	58,6	87,3	41	45,9	53,2	45,7	48,5	46,1	45,1	46	38,2	31,8	15,2	
				S	45,1	45,1		61,2	31,3	47,2	77,4	39,5	55,2	42,8	41,3	40,6	40	34,7	32,5	26	19,5	8,7	
		DOMINGO	Carrera 19 No. 8-08	Diurno	N	58,1	64,1	70,56	76,7	35,2	65	89,7	52,9	58	61,8	63,9	52,6	52,2	51,2	49,5	42,7	35,9	13,4
					V	65,1	71,1		87,1	29,4	61,4	105,3	50,1	48,8	50,7	53,2	62,5	49,2	41,3	35,9	30,5	36,3	25
					E	65,1	71,1		83,9	54,8	67,9	95,4	49	62,1	63,5	67	56,9	55,9	55,2	51,7	44,9	43,1	25,6
				Nocturno	O	64,7	64,7	77,6	55	66,5	90,3	56,6	63,1	67,3	66,4	58,1	56,5	55,1	52	46	39,6	30,4	
					S	65,9	71,9	83,9	58,1	69,2	93,8	55,8	64	68,3	66,2	60	56	55,3	52,3	50,1	40,3	25,3	
					E	66,1	72,1	85	56	67,2	94,9	53,2	61,2	66,7	68,1	59,1	55,6	54,6	51,3	45,3	39,2	19,4	
SEMANAL	10	Calle 2A No. 20-14	Diurno	N	57,1	60,1	58,90	83,3	53,1	66,4	97,3	64,7	61,6	64,1	65,1	56,4	54,6	53,9	50,6	45,8	37,1	29,5	
				V	63,7	69,7		83,3	53,1	66,4	97,3	64,7	61,6	64,1	65,1	56,4	54,6	53,9	50,6	45,8	37,1	29,5	
				E	63,7	69,7		83,3	53,1	66,4	97,3	64,7	61,6	64,1	65,1	56,4	54,6	53,9	50,6	45,8	37,1	29,5	
			Nocturno	N	57,1	60,1	58,90	69,4	33,2	60,5	83	42,7	48,6	58,3	51,7	51,1	45,8	48,6	45,4	37,2	29,4	13,5	
				O	55,5	58,5		69,6	32,7	57,1	82,7	42,9	49,9	49,6	52,7	50,8	44,1	46,2	44,9	36,4	28,2	16,2	
				S	54,9	54,9		69	33	56,8	84,1	48,6	48,7	50,4	47,1	51,3	43,6	45,6	44,1	34,7	26,4	11,3	
DOMINGO	Calle 2A No. 20-14	Diurno	N	53,9	56,9	65,47	69,1	31,4	56,5	82,2	48,3	50,8	47,5	50,2	48,5	43,8	44,7	42,6	30,9	21,9	8,9		
			V	55,3	61,3		77,8	33,7	56,4	94,9	52,4	49,6	54,1	51,8	58,6	43,9	42,8	40,8	29,8	33,7	26,7		
			E	55,3	61,3		83,1	45,2	69	104,9	68,4	58,6	55,9	54,2	65,1	53,1	53	49,8	48,7	48,7	28,9		
		Nocturno	O	62,2	65,2	89,6	44,3	64,5	105	59,2	55	61,6	57,1	58,1	50,8	48,8	46,1	43	40,8	32,8			
			S	54,6	60,6	79,2	42,9	59,2	92,4	61,1	50,6	44,3	43,5	48,2	46,5	49,7	39,7	34,1	30,6	15,5			
			E	59,3	59,3	76,4	45,3	61,2	95,7	63	56,7	54,6	54,9	56,1	50,3	48,6	47,2	41,6	34,8	18,5			
SEMANAL	11	Carrera 14 Calle 9	Diurno	N	60,3	60,3	55,81	87,9	44,1	62,3	109,5	70,5	61,2	62,3	59,8	54,7	53,3	50,6	44,9	41,8	34,3	42,1	
				V	46,5	49,5		63,1	31,4	48	74,7	39,6	42	38,5	37,1	40,3	40,7	34,2	26,8	18,7	14,2	8,1	
				E	51,5	57,5		80	31,1	56,1	97,1	43,3	40,5	39,5	37,9	50,6	44,9	34	30,5	22,6	22,1	8,8	
			Nocturno	S	52,3	52,3	68,5	33,6	53,5	84,5	45,7	51,1	42,9	41	48,8	43,7	41,9	33,6	23,5	18,8	9,6		
				O	49,4	49,4	69,9	29,3	51,2	85,4	46	43,3	40,7	38,6	47,9	45	34,5	28	21,2	14,9	8,2		
				V	56,6	59,6	76,7	30,6	59,8	94,1	63,7	57,1	52	49,9	58,6	45,7	44	39,3	32,5	32,6	14,8		
DOMINGO	Carrera 14 Calle 9	Diurno	N	51,2	51,2	55,04	67,5	37,1	53,3	81,7	54,3	57,2	48,1	49,2	44,7	43,7	41,5	37,7	32,6	27,7	12,5		
			O	49,3	49,3		67,2	35	50,3	83,3	50,1	48,5	45,2	44,3	41,6	43,1	40,8	36,8	29,3	21,9	9,6		
			S	53,8	56,8		66,7	36	57,6	79,6	50,6	54,5	53,8	52	46,1	46,8	43,7	39,9	35	29,4	14,3		
		Nocturno	E	50,8	53,8	65,4	38,3	55,3	79,3	62,9	54,7	48,9	44,8	43,2	42,3	40,9	39	33	25,4	11,2			
			V	55,2	58,2	72,2	36,3	58,7	95	52,9	48,2	57,1	57,7	50,9	47,3	45,5	39,7	37	29,2	16,9			
			N	42,9	48,9	63,3	25,4	45,6	78,1	45,2	39,2	38,8	37	49	33,8	30,3	21,7	14	11,5	11,9			
SEMANAL	11	Carrera 14 Calle 9	Diurno	O	37,6	40,6	51,52	60,6	24,7	39,7	71,2	42,6	34,5	39	35,6	42,1	30	22,6	14,8	10	8,7	11,3	
				S	41	47		57,1	23,3	45,4	67,4	41,8	31	29,9	29	39,1	39,4	28,7	21,4	10,1	9	9,2	
				E	46,6	52,6		68,4	23	48,9	84,2	41,8	39,9	39,1	34,3	53,5	35,8	27,4	30,3	13,6	12,1	7,7	
			Nocturno	V	52,9	55,9	71,3	23,3	54	90	49	48,9	45	44,9	55,6	46,5	42,3	36,3	25,1	28,5	22,1		
				N	65,2	68,2	75,3	55,1	68,3	89,1	75	66,3	64,9	64	58,6	56,8	55,1	52,9	46,4	39	19,6		
				O	67,4	73,4	92,9	55,7	69,1	106,1	65,3	62,1	65,3	66,5	60	56,9	55,3	54,6	45,7	43,4	24,3		
DOMINGO	Carrera 14 Calle 9	Diurno	S	64,3	67,3	69,67	79,6	55,1	69,7	91,6	72	64,5	64,5	63	57,9	56,4	53,9	52,1	44,9	36,2	18		
			E	65,1	68,1		77,6	55,3	69	88,6	72,5	65,4	65,8	66,4	58,5	57,9	54,7	51,3	47,1	37,3	18,7		
			V	67,8	67,8		82,3	55	69,2	103,5	80,5	74	68,5	66,5	60,2	58,2	59	56,2	49,4	41,1	41,7		
		Nocturno	N	53,7	56,7	80,7	33,1	56,5	102,7	41,6	44,3	50,5	52,1	48,1	47,6	40	36,8	30,3	29,9	15,7			
			O	57,8	57,8	71,3	33,3	60	84,7	41,7	52,6	53,3	51,1	50,7	51	47,3	46,2	38,5	31,3	18			
			S	51,3	54,3	63,7	32,5	54,2	79,1	40,6	44,3	44,7	55,9	47	43	40,5	40,8	31,7	25,6	9,8			
DOMINGO	Carrera 14 Calle 9	Diurno	E	49,1	52,1	62,18	68,1	31,3	50,6	83	36,7	52,9	46,7	42,9	45,4	42,1	38,7	36,7	30,5	27,8	10,3		
			O	64,4	67,4		92,4	28,9	67,4	110,1	77,7	72,9	68	67,2	65,7	52,4	52,9	47,1	47,2	42,1	35,1		
			V	65,3	68,3		92,4	28,9	67,4	110,1	77,7	72,9	68	67,2	65,7	52,4	52,9	47,1	47,2	42,1	35,1		
		Nocturno	N	63,5	63,5	78	50,5	66	91,8	54,6	61,6	61,1	61,7	56,3	55,3	53,6	52	44,4	38,6	21			
			O	64,4	67,4	79	47,4	68,5	91,2	53,1	58,7	59,7	59,6	54,4	54,2	54,9	53,1	45,8	38,8	22,9			
			S	64	67	78,5	47,5	66,2	91,3	54,2	60,8	60,4	60,8	57,7	54,9	53,1	50,6	45,3	38,6	23,8			
DOMINGO	Carrera 14 Calle 9	Diurno	E	63,3	66,3	66,18	80,3	52,2	67,6	91,8	50,1	59,7	61,9	63,9	56,1	53,5	54,9	51,4	43,2	37,3	19		
			V	62,7	65,7		78,8	48,4	65,8	93,9	58,2	58,3	60,9	60,5	55,3	53,5	52,6	51,9	44,1	35,9	22		
			N	57,9	60,9		70,4	37,8	60,9	90,8	53,8	51,8	57,4	66,1	55,4	47,6	46,8	43,9	36,8	31	18,5		

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq. dB	Lreq	Laeq	Leq max dB	Leq min. dB	Liq. dB	Pic. dB	Frecuencias										
											12,5 Hz	31,5 Hz	80 Hz	100 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	20 KHz
6	Calle 2 Bis No. 8	Diurno	E	58,5	70,6	58,23	72,5	28,7	59,6	83,5	32,3	31,9	32,3	33,8	40,7	41,9	48,1	39	21,7	16,8	7,2
			V	64,6	70,6		93,5	28,1	67,2	113,9	71	69,7	68,1	68,2	59,2	49,6	51,2	44,5	45,4	42	37,9
			N	47,5	50,5		65,8	35,1	50,8	82,6	46,7	48,2	49,8	45,3	40,2	40,7	37,2	34,4	26,8	18,5	10,5
			O	47,5	50,5		65,6	35,3	49,9	79,7	45,6	47,1	48,5	55,1	39,1	37,4	36,8	35,7	27,5	18,7	10,1
			S	51,6	54,6		72	35,5	55,8	89,9	52,5	55	57,8	58,9	45,1	44	41,1	36,2	29,3	21	10,3
			E	50,8	50,8		69,5	35,8	52,2	87,5	48,7	51,1	53,3	48,1	42,8	44,7	39,7	35,9	32,1	22,6	15,8
			V	61,3	64,3		82,8	36,2	64,8	102,9	68,1	59,1	58,5	58,7	56,6	58,6	49,9	44,7	42,7	33,9	27,4
		Nocturno	N	49,4	52,4	55,56	72,1	27,8	53,9	88	45,2	42,2	42,6	44,7	51,1	36	34,3	32	17,9	13	7,6
			O	49,1	55,1		72,8	26,9	53,2	88,8	43,2	41,5	39,8	40	51,1	31,7	27,8	35,5	21,4	13,1	8,3
			S	36,5	36,5		54,7	28,1	39,2	74,5	36,5	31,4	31,7	33,3	39	28,7	24	19,6	11,1	7,3	7,2
			E	40	46		59,7	28	43,8	72,9	41,3	34,3	33,5	35,3	40,1	36,2	31,9	20,6	10,2	8,2	8
			V	58	61		78,6	25,3	59,4	103,1	53,7	50	47,1	50,6	62,7	44,3	38,5	43,1	36,6	32,8	21,1
			N	63,9	69,9		75,5	54,3	66,6	91,7	48,7	57,9	72,2	65,8	59	54,2	54,1	51,6	45,3	39	20,4
			O	62,5	65,5		71,5	56	66,8	86,7	47,5	57,7	71,6	60,7	57,2	54,1	54,2	49,3	44,4	38,8	19,5
7	Carrera 4 No. 4-76	Diurno	S	62,1	65,1	68,18	71,4	55,7	65,8	90,6	44,5	55,7	72,1	60,1	56,2	53,3	53,1	48,4	42,4	36,3	20,5
			E	64,3	67,3		82,1	57,5	67,3	99,5	48,4	56,5	77	63,2	55,7	54,6	55,3	49,7	43,7	35,5	13
			V	64,4	70,4		75,3	56,3	68,5	87,8	45,9	58,2	77,7	62,7	56,8	56,8	54,9	50,2	43,2	35,8	14,1
			N	39,9	39,9		59,9	29	41,3	82,3	32,3	28,2	29,8	30,8	37,6	35,9	30,8	24,5	17,6	14,3	8,7
			O	45,1	51,1		64,3	32,4	50,2	79,7	43,7	36,3	35,4	34,1	43,2	39,7	31	29,3	22,3	18,3	7,8
		Nocturno	S	42,2	45,2	55,01	61,6	29,7	45,9	80,6	38,4	32,2	33	32,8	41,8	39,1	32,1	25,4	21,2	18,3	8,2
			E	46,7	49,7		68,2	30,2	47,4	81,2	33	31,8	36,1	35,2	43	42,5	38,5	34	24,7	17,5	7,5
			V	61,2	61,2		88,2	33	64	108,5	75,7	74,3	65,9	65	63,7	49,3	44,7	41,6	42,5	36,5	30,2
			N	65,1	71,1		83,9	54,8	66	95,4	49	62,1	63,5	67	56,9	55,9	55,2	51,7	44,9	43,1	25,6
			O	64,7	67,7		77,6	55	68,2	90,3	56,6	63,1	67,3	66,4	58,1	56,5	55,1	52	46	39,6	30,4
		Diurno	S	65,9	71,9	70,78	83,9	58,1	67,6	93,8	55,8	64	68,3	66,2	60	56	55,3	52,3	50,1	40,3	25,3
			E	66,1	72,1		85	56	68,5	94,9	53,2	61,2	66,7	68,1	59,1	55,6	54,6	51,3	45,3	39,2	19,4
			V	63,7	69,7		83,3	53,1	67,9	97,3	64,7	61,6	64,1	65,1	56,4	54,6	53,9	50,6	45,8	37,1	29,5
			N	56,9	59,9		73,6	31,3	59	91,6	47,5	48,2	59,7	62,1	55,5	44,8	45,3	43,2	40,7	34,9	15,7
Nocturno	O	58,2	58,2	58,20	76,9	31,3	61,1	87	43	45,9	61,8	66,9	58,9	44,3	40,6	36,2	28	23,5	11,1		
	S	55,2	61,2		70,8	31,8	56,6	82,7	43,7	48,7	55,9	58,4	53,9	43,2	43	40,9	37,1	27,5	25		
	E	46,8	52,8		70,6	28	50,5	87,4	41,7	43,6	40,1	40,4	52,5	34,6	33,4	30,2	24,4	16,3	8,8		
	V	48,9	51,9		63	31,5	52,2	78,6	41,7	53	47,4	48,2	44,9	39,6	38,1	37,4	33,9	21,3	7,8		
8	Carrera 11 No. 2-92	Diurno	N	62,9	62,9	67,92	77,9	53,3	65	93,3	45,3	59,3	60,4	59,8	59,6	54,8	53,6	50,6	42,1	32,8	13,6
			O	64,6	67,6		77,4	53,3	67,9	89,1	44,8	57,7	61,7	59,1	57,9	57	55,7	51,4	44,5	38,6	22
			S	63,6	66,6		75	52	56,1	86,8	43,8	56,2	60,5	62,2	57,6	55,4	54,3	50,4	45	36,3	17,5
			E	63,4	69,4		72,7	56	66,2	86,6	47,5	56	58,5	57	56,1	55,7	54,3	51,1	43,4	35,7	14,3
			V	70	70		95,6	55,6	72,8	119,6	75,2	70,5	69,4	69,6	66	58,8	58,8	56,8	54	45,3	50,6
		Nocturno	N	55,4	58,4	58,72	71,4	33,2	57,2	88,4	45,3	44,5	48,7	61,4	47,3	45,4	47,1	43,4	33,4	25,6	12,7
			O	48,4	48,4		60,6	33,5	50,8	75,3	42,7	43,5	50	53,1	44,1	40,7	40,3	35,5	25,5	20,7	8,7
			S	53,1	56,1		79,5	31,3	55	92,6	38	41,7	42,7	41,1	43,4	43,3	48,7	38,7	32,7	24,6	13,3
			E	55,1	58,1		72,2	33	57,4	84,4	42,3	49,6	49,2	58,8	48,6	48,8	44,6	42	38,7	32,8	12,1
			V	59,8	62,8		85,9	33,9	61,8	102,9	79,3	74,6	67,9	67,3	54,8	47,6	49,4	40,8	42,1	31,6	27,6
		Diurno	N	65,8	65,8	69,04	76,7	58,6	67,2	90,7	59,2	60,6	65,5	67,1	60,7	58	56,6	51,8	44,3	37	18,7
			O	67,5	67,5		79,2	56,8	69,4	94,1	51,6	60,5	68,9	67,3	61,7	59,5	58,2	54,3	47	40	25,8
			S	67,4	67,4		81	56,9	69,5	92,6	55,5	60,7	67,5	68	61,2	61	58,6	54,2	46,1	38,9	23,6
			E	65,8	71,8		85,6	52,9	66,2	97,1	53	56,6	65,8	65,1	59,6	57	56	52,6	45,6	37,4	16,1
V	67		70	86,8	56,7		70,5	104,2	71	66,6	69,6	66,8	61,1	59,1	56,9	53,9	48,8	40,8	36,5		
Nocturno	N	59,9	59,9	57,04	74,5	32,5	62,8	88,2	47,9	56,6	55	55	53,3	49,5	51,7	47,7	36,5	32,4	14,3		
	O	57,6	57,6		73,1	33,9	59,9	91,7	47,7	49,4	52,1	52,9	51	46,6	50	46,6	35,7	29,8	14		
	S	57,7	57,7		74,9	33,1	60,6	86,8	44,3	52,1	59,5	51,7	51,3	49,1	49,2	46	37,2	29,5	12,2		
	E	51,3	51,3		66,3	29,4	54,1	77,4	41,4	41,3	53,5	56,9	47,8	41,9	42,4	38,1	32,3	25,5	9,6		
	V	54	54		72,3	26,3	55,2	88,8	52,7	47,7	50,3	54,1	54,6	41,2	36,2	36,6	25,9	23,2	8,2		
N	66,3	66,3	88,4	57,7	68	112,2	57,4	62,4	63,7	62,3	56,7	56,2	56,3	55,2	52,5	39	36,5				
O	65,6	65,6	77	55,3	68,3	91,3	51,3	58,7	61,6	62,7	57	56,6	55,2	56	52,7	44,6	24,5				

	Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq. dB	Lreq	Laeq	Leq max dB	Leq min. dB	Lleq. dB	Pic dB	Frecuencias													
												12,5 Hz	31,5 Hz	80 Hz	100 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	20 KHz			
DOMINGO				V	57,3	57,3	48,30	79,7	45,6	59,8	95,3	48	58,8	63,6	55,8	52,2	49,3	47,7	44,1	36,2	29,2	16,5			
				N	47,2	47,2		73,5	32,1	50	86,6	45,9	41,8	45,2	51,8	46,1	34,4	35	31,9	25,5	18,8	9,1			
				O	50,3	50,3		80,2	31,3	51,5	96,2	43,8	41,1	40,2	43,1	48,3	43,4	33,4	30,7	26,8	24,7	16,9			
				S	44,5	44,5		61,1	31,3	45,3	83,6	42,3	43,5	43,6	42,2	42,5	36,4	34,9	32,4	26,3	20,1	9,1			
				E	46,1	46,1		59,2	31,5	48,2	74,5	38,9	45,4	46,3	46,3	42,5	37,3	36,4	32,5	30,8	23,6	7,5			
SEMANAL	4	Carrera 11 No. 3 Sur-46	Diurno	V	50,4	50,4	68,73	75,5	30,1	51,5	92,8	45,6	45,1	47,5	47,7	54,2	39,4	35,6	35,6	25,5	22,9	9,5			
				N	66,4	69,4		76,4	50,9	69,9	87,8	55,1	58,3	70,3	68,6	61,7	57,7	57,6	53,6	45,4	38,3	20,6			
				O	64,3	67,3		76,5	47,3	68,7	90,4	56,1	58	57,2	60,5	56,6	55,7	58,6	51,5	45,2	39,3	22,5			
				S	64,8	67,8		76	48,1	69,1	88,2	56,6	55,4	67,6	63,3	57,5	55,3	56,4	52	44,6	38,6	23			
				E	66,1	69,1		79,9	48	69,8	91,3	60	56,5	65,3	62,1	60,4	58,6	57,2	53	44,5	36	21,4			
				V	69,8	69,8		90,4	52,4	72,5	117,4	74,3	65	68,1	65,7	62,9	60,3	60,1	56,2	51,7	45,3	42,5			
			Nocturno	N	58,8	58,8	72,2	44,8	60,8	83	43,6	55	54,4	55	52,8	48,5	50,3	45,3	38,7	34,7	15,5				
				O	58,4	64,4	78	41,3	61,1	88,4	48,1	54,5	51,1	53	50,1	47,8	50,6	47,6	36,4	27,9	14,7				
				S	63,7	63,7	78,4	41,3	65,3	94,9	50,1	55	59,3	58,2	60,8	55,6	54,2	50,5	42,3	33,4	14,3				
				E	61,9	64,9	75,1	47,4	65,4	92,2	49,1	52,8	63,1	57,2	54,5	53,2	52,6	49,8	41,4	33,7	13,1				
				V	64	70	84,6	41,4	67,9	103,5	51	54	60,7	53,9	57,3	51,6	49,7	47,3	48,1	41,7	26,9				
				N	66,4	66,4	77,6	46,6	69,3	90,6	52	55,1	64	59,9	61,6	57,7	57,8	54,9	45,9	39,1	20,3				
			DOMINGO			Diurno	O	64,4	67,4	67,06	77,2	40,1	69,2	88,5	50,2	52,5	66,7	59,2	58,5	54,2	56,2	51,1	45,7	37,7	24,8
							S	68,9	68,9		88,2	39,7	70,1	100,6	52,8	54,9	68,9	68,4	59,6	60,8	60,2	55,9	51,3	44	21,2
							E	63,8	63,8		77,9	44,4	66,2	90	53,1	59,5	60,1	61,2	55,3	53,8	54,8	52,2	46	37,4	18,5
V	64,3	67,3					82,1	41,3	66,3		96	55,6	54	59,9	61,6	65,4	54	54,8	49,8	40	33,9	18,8			
Nocturno	N	65,1				71,1	77,7	35,4	67,1	89,5	46,4	53,3	49,3	50,5	53,7	60,8	53,1	41,3	32,8	24,6	9,3				
	O	55,4				58,4	71,8	29,8	57,6	84	49,7	48	64	51,8	52,5	44,3	46	43,2	35,2	27,7	11,6				
	S	57,5				57,5	74,9	30,2	59,3	86,6	43,2	45,8	56,9	57,5	52,5	46,3	50,3	43,6	33,7	26	10				
	E	53,6				56,6	71,4	29,7	57,5	85,4	39,7	41,8	58,9	49,2	50,5	42,8	45,3	41,4	31,6	23,6	7,7				
	V	57,5				60,5	77,5	25,5	59,6	89,1	40,8	43,3	59,2	48,7	49,8	46,3	49,1	46,5	33,5	24,6	8				
	N	74,1				80,1	83,8	58,9	76	102,6	69,4	62,5	67,3	66,5	63,8	66,5	58,3	66,5	52,4	42	21,6				
SEMANAL	5	Carrera 14 Calle 1				Diurno	O	72,8	75,8	78,24	81,6	62,9	76,9	95,2	76,2	68,1	64,1	63,3	63,5	62,8	57,8	64,7	56,8	39,3	20,4
							S	71,8	74,8		78,6	60,6	73,9	92	70,1	62,3	64,6	59,4	62,7	59,9	56,8	63,2	56,5	38,2	21,1
							E	70,4	73,4		81,6	57,4	75,2	93,4	70,6	59,9	60,5	60,1	60,2	58,5	55,2	63,6	54,1	34,9	16,5
							V	75,5	81,5		84,8	59,1	77,8	103,7	64,3	59,2	70	67	71	70,4	58,8	65,5	59,5	48,6	34,1
			Nocturno	N	69,2	72,2	77,8	61,7	69,5	89,6	44	54,8	67,9	65,4	65	61,1	57,1	59,9	49,1	39	12,9				
				O	73	76	87	63,3	75,3	99,2	44,2	61,9	65,5	66,7	64,3	61,7	58,5	62,8	59,1	48,2	29,6				
				S	68,1	71,1	77	48,7	69,4	91	44,5	57,2	58,3	55,1	56,3	55,5	55,4	61,6	48,4	38,1	18,7				
				E	69,8	75,8	80,8	52	70,7	95,7	49,9	62,7	60,8	57,5	60,5	55,8	58,4	62,8	49,3	39,2	23				
				V	67,7	70,7	79,4	57,1	69,1	99,9	74,1	66,7	64,8	59,4	62,3	55,9	58,5	58,3	46,6	39	34				
				N	56,6	56,6	71,7	40,7	58,9	83,4	59,5	57,1	60,8	61,7	55	46	45,3	42,9	37,7	31,4	16,3				
			DOMINGO			Diurno	O	56,6	56,6	66,13	67,4	42	59	80,5	51,4	56,2	58,8	57,3	53,5	48,4	47,6	42,8	38,4	32,3	17,5
							S	54,9	54,9		73,9	37,2	57,4	87,2	51,3	52,7	56,2	56,8	52,5	45,9	44,9	41,6	35,6	28,9	15,8
							E	59,8	62,8		77,5	40,4	61,6	88,7	60,1	56,5	61,9	56,9	61,3	50,7	49	45,2	42,3	30,9	14,5
						Nocturno	V	66,4	72,4	87,3	38,8	69,8	106,7	57,1	56,8	59,4	61,2	68,2	53,3	47,1	46,4	39,6	39,3	33,4	
N	48	54					67,9	27	51	84,7	46,3	43,1	44,1	42,1	54,9	32,1	28,9	27,9	23,8	19,3	7,7				
O	46,8	46,8					61,5	30,7	48,2	74,3	43,4	47	56,6	49,9	48	36,1	37	29,8	25,9	22,7	8,6				
SEMANAL			Diurno	S	50,4	53,4	66,56	69,3	26,7	51,1	78,8	45	40,4	50,7	49,4	53,6	37,6	37,3	36,6	33,2	31,3	14,5			
				E	48	54		62,4	28,2	52,9	80,4	46,3	42,8	52,7	55,8	48,9	37,6	36,6	34,4	30,5	28,6	17			
				V	67,4	73,4		94,8	30,8	69,5	107,6	55,7	57,9	54,7	57	68,6	55,1	47,7	46,2	38,1	47,2	39,9			
				N	57,5	57,5		72,7	39	59,2	93,6	45,9	59	56,7	58,1	54,6	49,9	46,4	43,8	41,5	34,5	23,3			
				O	56,8	56,8		70,2	39,2	58,7	92,6	44,4	55,2	58,8	57,9	54,2	48,2	46	43,2	38,6	32,5	16,6			
			Nocturno	S	55,8	58,8	70,3	41,5	57,6	96	42,4	54,6	53,8	52,3	46,9	52,3	44,4	40,7	35,7	29,8	12,7				
				E	56,7	56,7	68,9	42,5	56,2	91,6	44,6	61	63,5	60,9	51,5	49,1	45,6	43,1	38,9	31,1	12				
				V	61,1	64,1	75,9	42,9	64,5	95,4	48,3	55,8	57,9	54,5	53,1	55,1	51,1	47,5	42,7	34,5	17,1				
				N	55,9	61,9	73,5	28,6	59,3	87	34,7	29,4	31,7	33,7	40,5	40,6	45,8	38,8	26,8	19,1	8,1				
				O	59,3	65,3	74,2	28,6	61,1	85,6	36	33,3	33,8	36,9	43,1	42,6	49,1	42,2	25,7	24	14,1				
		3-26	Nocturno	S	56,6	62,6	67,74	75	28,5	59,8	84	36,1	28,8	31,5	30,6	40,5	40,6	47,1	38,6	18,3	14,7	7,2			

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq. dB	Lreq	Laeq	Leq max dB	Leq min. dB	Liq. dB	Pic dB	Frecuencias													
											12,5 Hz	31,5 Hz	80 Hz	100 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	20 KHz			
SEMANAL	1	Carrera 11 Calle 23 Sur -Asadero Techos rojos	Diurno	N	69,8	69,8	69,19	81,8	44,2	70,2	93,8	63,4	63,9	65	64	61,4	60,5	61,3	59,9	49,2	42,5	25,9		
				O	66,2	66,2		82,1	34,4	68,7	94,9	55	54,2	63,4	63,6	56,7	56,1	57	56,3	45,4	38,3	23,5		
				S	70	70		83,3	46,1	71,7	96	57,6	62,3	66,5	62,8	60,4	61,8	61,5	58,5	48,2	40,2	24,4		
				E	64,6	67,6		78	41,6	70,4	90	52,1	52,2	65,3	65,8	58	55,5	55,2	52,8	43	35,3	16,5		
			V	67,8	70,8	87,2	46,8	73,6	107,7	63	63,4	64,2	66,8	63,2	57,6	60,3	55	50,2	42	34,9				
			Nocturno	N	64,9	64,9	65,52	78,9	42,8	66,5	93,5	48	49,4	62,1	58,6	56,4	54,6	55,3	54,1	46,4	39,2	21,8		
				O	60,9	66,9		76,7	36,4	62,6	89,9	50,7	51,8	55,7	55,3	48,2	47,8	52,5	52,1	42,7	36,1	22,3		
				S	61,4	67,4		74,2	42,4	65,6	87,4	42	49	59,5	57,1	49,6	50,9	52,2	52,2	42,3	32,2	11,8		
		E		60,1	63,1	76,1		39,5	64,7	87	39,5	44,1	61,9	57,5	49,1	49,4	51,4	50,3	40,2	32,6	14,8			
		V	60,6	63,6	74,4	34,8	63,1	95	66,4	53,3	53,2	51,6	47,9	49,3	52,4	50,2	42	31,2	17,1					
		DOMINGO	1	Carrera 11 Calle 23 Sur -Asadero Techos rojos	Diurno	N	65,8	68,8	72,13	81,8	39,1	69,9	97,2	52,2	54,5	62,8	64,4	61,6	55,6	56	55,4	45,1	34,8	20,2
						O	73,9	76,9		95	39,1	75,6	105,8	53,2	51	64,4	72,4	68,9	65,5	62,6	60,8	53,8	45	28,4
S	67,9					67,9	85,2	41,4		68,9	105,8	54,6	54,8	56,1	60,5	60,2	54,4	55	52,7	47,1	43,2	26,7		
E	65					68	86,4	45,5		70,2	97,9	52,8	58,9	65,8	65,4	58,9	59	60,4	56,6	48,4	40,9	20,2		
V	68			71	88,4	45,5	70,2	97,9	52,8	58,9	65,8	65,4	58,9	59	60,4	56,6	48,4	40,9	20,2					
Nocturno	N			61,5	64,5	63,75	77,1	34,9	66,4	90	47,6	47,6	62,2	52,7	57,8	50	52,6	51,5	41,2	30,5	12,3			
	O			62,5	65,5		80,7	29,1	65,7	92,9	47,3	43,2	60,8	49,2	58,3	49,4	52,8	51	47,2	41,2	26,7			
	S			59	59		76,1	31,9	60,7	87,7	44,3	44,3	51,7	44,5	53,5	49	49,1	49,7	38,9	28,7	15			
	E	55,5	58,5	75,5	30,6		58,9	88,1	46,1	42	43,5	39,7	51,7	42,3	47,1	46,3	32,6	26	9					
V	63	66	80,5	32,5	66,1	91,2	47,2	49,8	62,8	56	54,3	56,5	54,1	49,5	42,1	33,7	11,5							
SEMANAL	2	Carrera 11 Calle 13 Sur	Diurno	N	67,7	73,7	70,03	84,6	43,2	72,1	106,6	58,4	63,2	66,8	63,8	59,3	59,1	58,4	55,4	48,2	40,4	38,7		
				O	65,3	68,3		76,5	44,5	69,4	88,5	59,2	57,3	63,6	64,7	56,6	56,3	55,6	54,5	44,8	38,6	23,5		
				S	65,5	65,5		79	45	68	90,8	59,9	57,3	63,8	57,1	58,1	56,3	57,2	54,8	44,9	37,4	22,8		
				E	69,2	69,2		86,3	48,2	70,9	101	61,2	60,8	70,5	70,3	61,9	62,8	60,1	56	47,4	39,7	16,6		
			V	69,2	69,2	92,2	50	71,4	115,5	61,9	60,8	64,9	60,4	62	59,5	60	57,8	50,3	44,7	37,9				
			Nocturno	N	59,5	59,5	63,72	75,1	41,5	62,3	86,9	36,7	45	59,9	56,4	51,3	49,1	51	49,8	39,3	30,3	15,5		
				O	58,9	58,9		72,3	41,8	60,2	82,2	40,6	48,8	61,1	56,9	54,6	51,6	47,5	47,3	41,2	35,1	20,1		
				S	60,4	63,4		77,2	39,9	64,8	89,2	44,8	54,4	57,9	54,3	48,6	51,9	51,2	49,2	41,3	33,5	14,6		
		E		61,8	64,8	77		38,8	65,1	89,5	43,8	51,7	59,2	60,8	53,7	51,3	51,7	51,7	42,9	35,3	15,3			
		V	63,9	66,9	91,1	35,6	67,9	114,7	83	75,5	66,5	63,1	59,5	51,1	51	50,2	48,8	50,2	55,9					
		DOMINGO	2	Carrera 11 Calle 13 Sur	Diurno	N	66,9	66,9	67,83	81	44,1	69,5	93,4	49,3	57,8	68	62,6	58,7	56	58,3	56,6	47,4	39,4	21,9
						O	67,1	67,1		80	45,9	69,4	91,5	53,9	56,1	62,5	62	60,5	58,2	57,9	56,2	48,4	44	30,1
S	65,1					65,1	79,6	48,2		67,3	91,5	52,9	52,7	59,5	61,1	58,8	55,1	56,1	54,1	44,6	37,8	19,8		
E	65,5					66,5	85,4	40		67	100,8	45,5	54,1	58,5	60,4	62,5	58,3	56,3	53	44,7	38,1	24,6		
V	67			70	84,5	42,1	69,5	96,7	54,1	57,3	66,9	63	62,3	55,6	55,3	54,6	51,9	43,7	25,6					
Nocturno	N			50,7	56,7	61,05	67,1	26,8	53,5	79,3	47	40,3	43,3	59,4	53,7	38,9	38,7	38,5	27,8	20,2	12			
	O			52,7	58,7		69,5	26,9	55,1	80,3	51,2	42,8	46,9	57,1	57,2	40,4	40	39,5	30,5	24,4	9,4			
	S			56,5	62,5		74,7	30,3	59,3	86,4	48,3	43,7	48,6	46,5	52,1	54,1	46,2	44,7	31,5	21,9	12,3			
	E	58,9	64,9	77,4	31,1		60,4	90	45	48,1	47	44,9	55	45,3	50,3	49,9	37	28,8	9,5					
V	51,7	54,7	71,1	28	54,7	87,4	40,2	41,6	44,4	42	46,7	40,3	42,2	42,4	31,5	23,3	8							
SEMANAL	3	Carrera 14 No. 3 Sur - 23	Diurno	N	58,3	64,3	64,39	72,5	43,3	60,7	89,3	53,5	52	50,6	51,5	48,7	57,9	47,2	40,2	33,1	30,7	12,7		
				O	58,5	61,5		69,7	43,3	60,3	82,6	50,7	52,1	52	50,6	49,2	56,7	48,2	42,2	33,8	26,4	10,2		
				S	60,6	63,6		77,2	47,4	63,4	97,2	52,7	58,5	55,1	53,5	50,6	57	50,4	48,1	40,8	32,4	14,2		
				E	58,1	64,1		70,8	45,1	61,6	82,1	53	54,9	50,6	52	48,9	57,6	46,7	41,7	34,6	25,2	9		
			V	60,8	66,8	70,7	45,5	63,5	90,4	51,7	56,6	59,4	55,6	51,5	58,7	50,3	45,1	37,4	26,3	16,2				
			Nocturno	N	50	56	53,93	64,7	36	56,5	80,1	40,9	50,6	45,6	47,4	44,1	42,8	38	33,7	30,8	25,2	8,7		
				O	49,8	52,8		75,3	36,4	53,1	100,4	39,4	51,5	46,9	46,8	42,6	40,7	38,9	37,2	35,9	27,1	8,6		
				S	52,8	52,8		66,9	36,8	54,7	84,6	43	52,5	49,2	48,6	47,2	44,2	44	39,5	32,2	25,1	9,4		
		E		48,5	51,5	64,6		35,7	49,1	78,5	36,4	49,6	47,1	47,6	45,4	39,3	40,9	34,1	25,7	20,6	9,2			
		V	52	55	73,9	36,5	54,5	93,1	47,9	45,7	46,9	46,1	45,8	44,3	44,2	34,5	30,6	27	13,3					
		Diurno	N	57,6	60,6	60,71	75,1	43,8	58,7	87	51,8	55,1	56	56	51,5	46,7	46,7	44,6	38,7	32,6	13			
			O	58,4	58,4		76,7	45,1	59,2	87,2	51,7	53,6	55,4	54,8	52	50,7	46,6	45,7	38,1	33	21			
S	59,1		65,1	79	43,7		60	90,2	48,2	52,7	59,7	54,6	51,5	47,3	47	45,3	45,9	32,3	10,8					
E	54,3		54,3	76,9	42,7		56,7	94,1	48,6	52,2	55,7	54,8	52,3	44,9	42,7	40,8	34	28	14,1					

**ANEXO 6.  
MAPA HOMOLOGADO USOS DEL SUELO  
RESOLUCIÓN 627 DE 2006**

**ANEXO 7.  
EMISORES SUPERFICIALES SOGAMOSO**

**ANEXO 8.  
MALLA VIAL SEMANAL Y DOMINICAL DIURNO Y  
NOCTURNO**

**ANEXO 9.  
MAPA ALTURA DE EDIFICIOS**

**ANEXO 10.**  
**MAPA DE RUIDO AMBIENTAL SEMANAL DIURNO**

**ANEXO 11.  
MAPA DE RUIDO AMBIENTAL SEMANAL  
NOCTURNO**

**ANEXO 12.**  
**MAPA DE RUIDO AMBIENTAL DOMINICAL DIURNO**

**ANEXO 13.  
MAPA DE RUIDO AMBIENTAL DOMINICAL  
NOCTURNO**

**ANEXO 14.**  
**MAPA DE CONFLICTO SEMANAL DIURNO**

**ANEXO 15.**  
**MAPA DE CONFLICTO SEMANAL NOCTURNO**

**ANEXO 16.  
MAPA DE CONFLICTO DOMINICAL DIURNO**

**ANEXO 17.**  
**MAPA DE CONFLICTO DOMINICAL NOCTURNO**

**ANEXO 18.  
PRESENTACIÓN FINAL. SOCIALIZACIÓN  
RESULTADOS MAPAS DE RUIDO AMBIENTAL**

## ELABORACIÓN DE LOS MAPAS DE RUIDO DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO

CONTRATO DE CONSULTORÍA 2010001 DE 2010



Sogamoso, 14 de Abril de 2011

## FUNDACIÓN SIN ÁNIMO DE LUCRO ECOLÓGICA (FULECOL)



Fundación dedicada a la protección del medio ambiente y la sociedad constituida por especialistas en *Investigación, Asesoría y Consultoría*.

Realiza Trabajos de Investigación Aplicada y de Campo, en las diferentes áreas del conocimiento, para soportar y sustentar múltiples aspectos de la toma de decisiones en las entidades públicas y privadas.

FULECOL cubre fundamentalmente la Preparación, Elaboración, Programación, Planificación, Administración y Ejecución de toda clase de estudios y servicios ambientales, sociales, económicos y culturales especializados y/o multidisciplinarios.

## EXPERIENCIA ESPECIFICA



- Actualización de los mapas de ruido de la zona urbana de los municipios de Bello, Itagüí y Medellín del Área Metropolitana del Valle de Aburrá
- Elaborar los mapas de ruido de la zona urbana de los municipios de Tunja y Sogamoso.
- Elaborar Mapas Digitales De Ruido Ambiental En Las Localidades De Barrios Unidos, Chapinero Y La Candelaria.
- Elaborar mapas digitales de ruido ambiental en las localidades de Mártires y Antonio Nariño para Audinest.

## CONTENIDO



	INTRODUCCION
	OBJETIVOS
	ANTECEDENTES
	NORMATIVIDAD
	GENERALIDADES
	METODOLOGIA
	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
	BIBLIOGRAFÍA



## INTRODUCCIÓN



## OBJETIVOS



## ANTECEDENTES

### LATINOAMERICA

CHILE (Puerto Mont)

MEXICO (Guadalajara)

ARGENTINA (Buenos Aires)

### COLOMBIA

MEDELLIN (2006 y 2010)

LA GUAJIRA (2009)

CARTAGENA (2010)

BOGOTA (2008 Y 2010)

### EEUU Y EUROPA

ESTADOS UNIDOS (San Francisco)

INGLATERRA (Cambridge, Birmingham, Londres)

ALEMANIA (Berlin)

IRLANDA (Dublin)

SUECIA (Estocolmo)

AUSTRIA (Viena)

ESPAÑA (Madrid)

## GENERALIDADES

### RUIDO

Sonido, con una intensidad alta (o una suma de intensidades), que puede resultar incluso perjudicial para la salud humana.



Fuente: redocastando.com

### PERCEPCIÓN DEL SONIDO

El espectro normal de audición para un adulto joven sano va desde 20 Hz a 20 KHz

El nivel de ruido se mide en decibelios (dB).

Cuando se requiere información más detallada sobre un sonido complejo, se realiza un análisis en bandas de frecuencia (en octavas o en tercios de octavas)

## EQUIPOS DE MEDICIÓN

Los instrumentos utilizados para medir el nivel de ruido se denominan *sonómetros*

Proporcionan una indicación del nivel acústico de las ondas sonoras que inciden sobre el micrófono.



Traen incorporados *filtros de ponderación* en frecuencia que modifican la sensibilidad del sonómetro con respecto a las frecuencias que son menos audibles por el oído.

Mide un valor medio del ruido durante dicho período conocido como *nivel de presión acústica equivalente Leq*.



Fuente: Mentes en la red.com

Interferencia con la comunicación oral.

Trastornos del sueño

### EFFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD HUMANA

Efectos sobre la audición.



Fuente: Libranos media

Efectos sobre las funciones fisiológicas.



Fuente: Logosoft, 2011

## METODOLOGIA

ETAPA 1: Reconocimiento inicial y organización del trabajo de campo.

Realizar la revisión de la distribución de usos del suelo

Realizar una inspección de las ciudades de Sogamoso y Tunja

Establecer una cuadrilla o grilla en los sectores definidos en Tunja y Sogamoso

ETAPA 2: Definir los sitios de monitoreo de ruido ambiental.

Abarcar áreas que contengan sectores como hospitales, bibliotecas, zonas residenciales, zonas industriales, zonas comerciales, zonas con usos institucional, entre otros.

Realizar el análisis de las condiciones ambientales en los sitios de monitoreo como tiempo, dirección del viento, día de la semana y actividades implementadas en el sector



### ETAPA 3. MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL



#### PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

Resolución 627 de 2006, Anexo 3, Capítulo II

Montaje del equipo y el anemómetro en el trípode

La medición en cada punto consta de 5 mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales (N, S, E, O, V)



$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log \left( \frac{1}{5} \left( 10^{L_{A1}/10} + 10^{L_{A2}/10} + 10^{L_{A3}/10} + 10^{L_{A4}/10} + 10^{L_{A5}/10} \right) \right)$$

DATOS OBTENIDOS



- Alturas de edificios
- Aforos vehiculares
- Emisores superficiales
- Receptores
- Topografía



### ETAPA 5. REALIZAR MAPAS DE RUIDO



- ÁREA NUEVO PROYECTO
- ÁREA DE CÁLCULO
- RECEPTORES
- EDIFICACIONES
- EMISORES SUPERFICIALES
- CARRETERAS
- TOPOGRAFÍA
- USOS DE LOS ZONADOS DE RUIDO
- CÁLCULO RECEPTORES Y MALLAS
- EXPORTAR DATOS
- ANÁLISIS DE DATOS



### RESULTADOS Y CONCLUSIONES

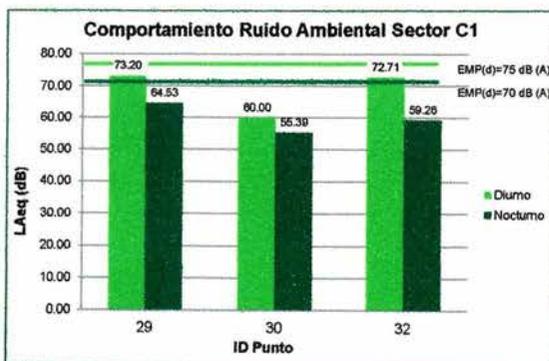


#### MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

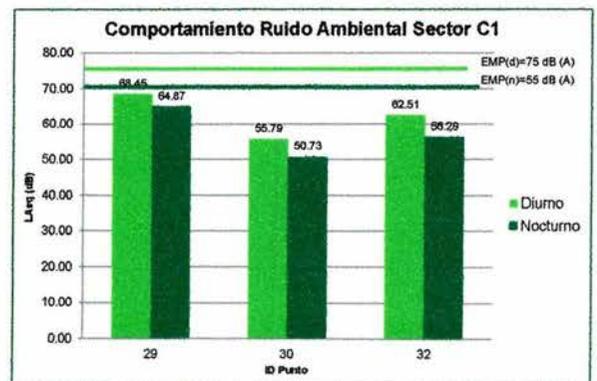
##### Sectorización Resolución 627 de 2006

SECTOR	SUBSECTOR
SECTOR C	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas. (C1)
	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. (C2)
SECTOR D	Residencial suburbana.

### SEMANAL DIURNO Y NOCTURNO



### FESTIVO DIURNO Y NOCTURNO



ID 32. Diagonal 59 calle 68



**Semanal**  
 LAeq(d)= 72,71 dB(A)  
 LAeq (n) = 72,26 dB(A)

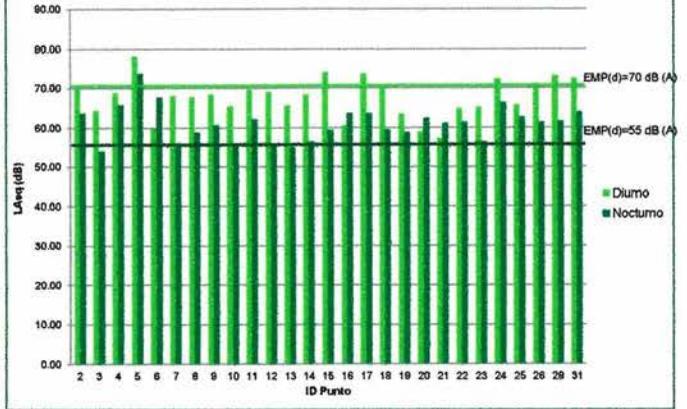
**Festivo**  
 LAeq (d)= 62,51dB(A)  
 LAeq (n) = 56,29 dB(A)



SEMANAL DIURNO Y NOCTURNO



Comportamiento Ruido Ambiental Sector C2



ID 29. Calle 51Carrera 10D



**Semanal**  
 LAeq (d)= 72,64 dB(A)  
 LAeq (n) = 64,76 dB(A)

**Festivo**  
 LAeq (d)= 68,45 dB(A)  
 LAeq (n) = 64,87 dB(A)

ID 30. Calle 51Carrera 10D



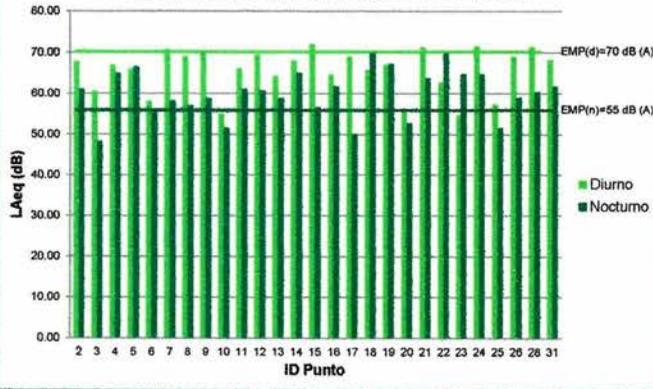
**Semanal**  
 LAeq (d)= 60 dB(A)  
 LAeq (n) = 55,39 dB(A)

**Festivo**  
 LAeq (d)= 55,79 dB(A)  
 LAeq (n) = 50,73 dB(A)

FESTIVO DIURNO Y NOCTURNO



Comportamiento Ruido Ambiental Sector C2



ID 5. Carrera 14 calle 1



LAeq(d)= 78,25 dB(A)  
 LAeq (n) = 73,77 dB(A)

ID15. Calle 12 carrera 12



**Semanal**  
 LAeq (d)= 74,17dB(A)  
 LAeq (n) = 59,29 dB(A)

**Festivo**  
 LAeq (d)= 72,10dB(A)  
 LAeq (n) = 56,66 dB(A)

ID 8. Carrera 11 calle 2



LAeq(d)= 67,92 dB(A)  
 LAeq (n) = 58,72 dB(A)

77,8 dB(A)

ID 18. Carrera 20 calle 14



**Semanal**  
 LAeq (d)= 70,47dB(A)  
 LAeq (n) = 59,21 dB(A)

**Festivo**  
 LAeq (d)= 65,69dB(A)  
 LAeq (n) = 70,36 dB(A)

ID 17. Calle 7 carrera 25



LAeq(d)= 73,55 dB(A)  
 LAeq (n) = 63,59 dB(A)

ID 24. Carrera 11 calle 34A



**Semanal**  
 LAeq(d)= 72,37 dB(A)  
 LAeq (n) = 66,34 dB(A)

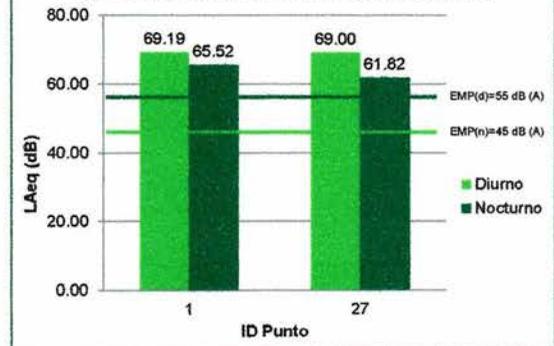
**Festivo**  
 LAeq(d)= 71,47 dB(A)  
 LAeq (n) = 60,37 dB(A)



SEMANAL DIURNO Y NOCTURNO



Comportamiento Ruido Ambiental Sector D



ID 28. Carrera 11 calle 48



**Semanal**  
 LAeq(d)= 73,20 dB(A)  
 LAeq (n) = 61,58 dB(A)

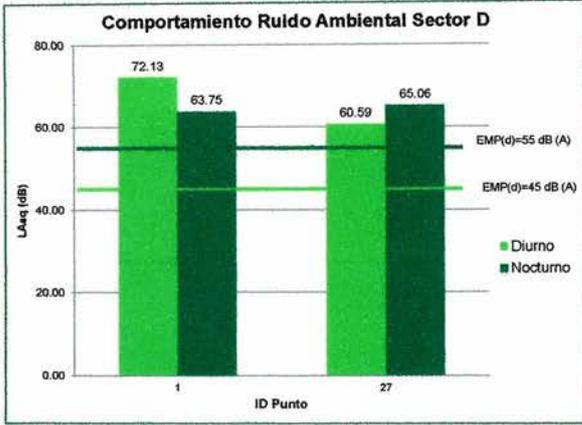
**Festivo**  
 LAeq(d)= 71,47 dB(A)  
 LAeq (n) = 60,37 dB(A)

ID 31. Carrera 11 calle 56



LAeq(d)= 72,49 dB(A)  
 LAeq (n) = 63,86 dB(A)

## FESTIVO DIURNO Y NOCTURNO



## ID 1, Carrera 11 calle23 Sur



**Semanal**  
LAeq(d)= 69,19 dB(A)  
LAeq (n) = 65,52 dB(A)

**Festivo**  
LAeq(d)= 72,13 dB(A)  
LAeq (n) = 63,75 dB(A)

## ID 27 . Carrera 10ª calle51



**Semanal**  
LAeq(d)= 69 dB(A)  
LAeq (n) = 61,82 dB(A)

**Festivo**  
LAeq(d)= 60,59dB(A)  
LAeq (n) = 65,06 dB(A)

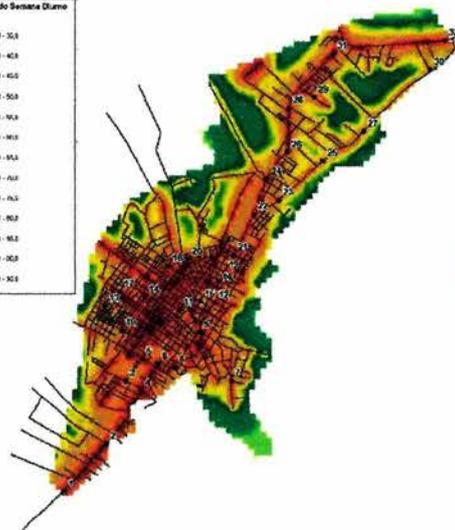
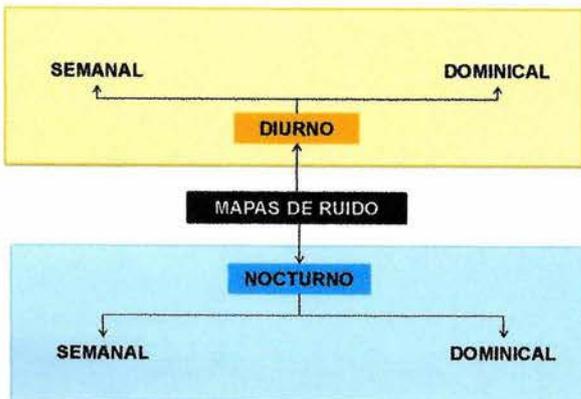
## SEMANAL DIURNO Y NOCTURNO

Sector	Subsector	Media	Desviación std	min.	Máx.	Máximos dB(A)	% Exceso
Diurno (7:01 – 21:00)							
Sector C	C1	68,64	7,48	60	73,2	75	-9,3%
	C2	67,69	5,01	57,2	78,24	70	-3,4%
Sector D		69,1	0,13	69	69,19	55	20,4%
Nocturno (21:01 – 7:00)							
Sector C	C1	60,76	4,27	55,39	64,53	70	-15,2%
	C2	60,93	4,55	53,93	73,77	55	9,7%
Sector D		63,67	2,61	61,82	65,52	45	29,3%

## SEMANAL DIURNO Y NOCTURNO

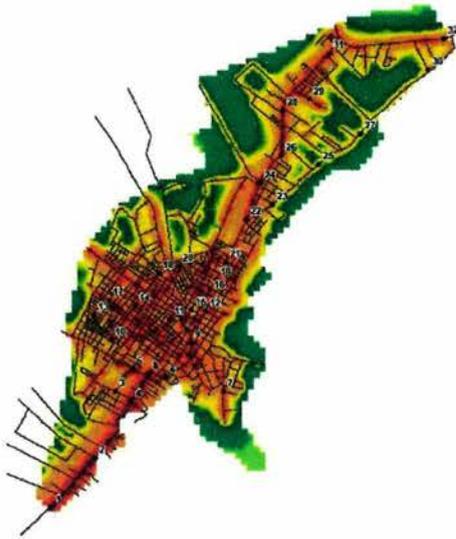
Sector	Subsector	Media	Desviación std	min.	Máx.	Máximos dB(A)	%Exceso
Diurno (7:01 – 21:00)							
Sector C	C1	62,25	6,338	55,79	68,45	75	-20,5%
	C2	65,71	5,385	54,69	72,10	70	-6,5%
Sector D		66,36	8,161	60,59	72,13	55	17,1%
Nocturno (21:01 – 7:00)							
Sector C	C1	57,30	7,1195	50,73	64,87	70	-22,2%
	C2	60,10	5,8959	48,30	70,56	55	8,5%
Sector D		64,40	0,9250	63,75	65,06	45	30,1%

## MAPAS DE RUIDO AMBIENTAL



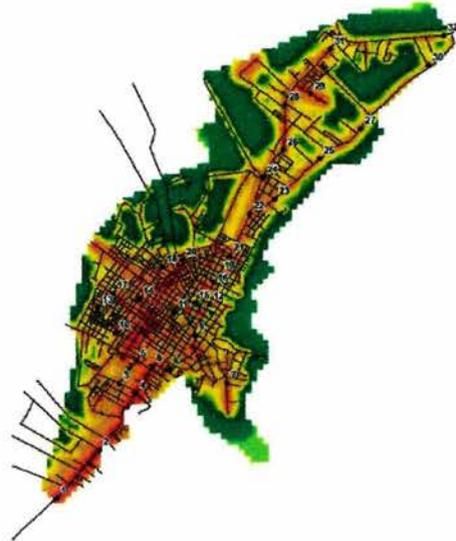
**SEMANTAL DIURNO**





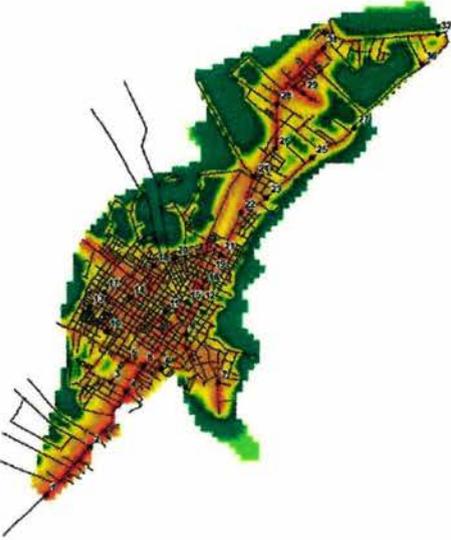
**FULECOL**  
INVESTIGACIÓN Y ASESORÍA  
EN ENERGÍA

DOMINICAL  
DIURNO



**FULECOL**  
INVESTIGACIÓN Y ASESORÍA  
EN ENERGÍA

SEMANTAL  
NOCTURNO



**FULECOL**  
INVESTIGACIÓN Y ASESORÍA  
EN ENERGÍA

DOMINICAL  
NOCTURNO



BIBLIOGRAFIA

**FULECOL**  
INVESTIGACIÓN Y ASESORÍA  
EN ENERGÍA

**GRACIAS**



**ANEXO 19.  
LISTA DE ASISTENCIA SOCIALIZACIÓN  
MUNICIPIO SOGAMOSO**



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE BOYACÁ

GESTIÓN HUMANA

FORMATO DE REGISTRO

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

FGH-12

Página 1 de 1

Versión 4

21-06-2010

ASISTENCIA A EVENTO DE CAPACITACION, BIENESTAR SOCIAL Y SALUD OCUPACIONAL

FECHA: 14/04/11

LUGAR: Auditorio Coseruicros S.A. E.S.P.

TEMA(S): SOCIALIZACIÓN MAPA DE RUIDO SOGAMOSOCAPACITACIÓN SOCIALIZACIÓN BIENESTAR SOCIAL Y SALUD OCUPACIONAL 

NOMBRE	CARGO / ROL	FIRMA
MAURICIO ANDRÉS ROJAS TORRES	profesional CORPOBOYACÁ	
Zulma Pérez Samacó	contratista Sec. Desarrollo	
Vanessa Pérez Nieto	Contratista Sec. Desarrollo	
Gerardo Díaz Gómez	DIRECTOR TROD/TROALAMBRA	
PLETTARCO CANOAS M.	DIRECTOR - INTRABO	
Patricia Barrera Patarroyo.	Jefe gestión Ambiente SISENAL	
Uriel Ernesto Vergara Martínez	Jefe SOGA INDUMIL	
Sergio Mauricio Murillo Pérez.	JEFE CALIDAD/PREFABRICADOS DEL SOL	
Rocío Margarita Millón Cero	Coordinadora Académica U.Boyacá - Soyuzo.	
WALTER ALEXANDER GUZMÁN SOCHA	ESTUDIANTE ING. AMBIENTAL U.Boyacá Soy.	

Nombre capacitador(es)	Firma	Interno	Externo
Lina María Parra A.			X
Johanna A. Espinosa V.			X



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE BOYACÁ

GESTIÓN HUMANA

FORMATO DE REGISTRO

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

FGH-12

Página 1 de 1

Versión 4

21-06-2010

ASISTENCIA A EVENTO DE CAPACITACION, BIENESTAR SOCIAL Y SALUD OCUPACIONAL

FECHA: 14/04/11LUGAR: Auditorio Coservicios. S.A. E.S.P.TEMA(S): SOCIALIZACIÓN MAPA DE RUIDO SOGAMOSOCAPACITACIÓN SOCIALIZACIÓN BIENESTAR SOCIAL Y SALUD OCUPACIONAL 

NOMBRE	CARGO / ROL	FIRMA
<u>NOELY LUZ NOMEZQUE PÉREZ</u>	<u>Salud Ambiental</u>	
<u>Juan Miguel Flores T.</u>	<u>Prof. Oliver. Planeación Sogamoso</u>	
<u>RAMIRO ALFONSO RODRÍGUEZ</u>	<u>Términos de transportes seg.</u>	
<u>Rony Fourn Torres</u>	<u>Prof. Coservicios</u>	
<u>CLAUDIA ESPERANZA MORENO CARRERA</u>	<u>Salud Ambiental</u>	
<u>Fulma Pérez → samaca8202@gmail.com</u>		

Nombre capacitador(es)	Firma	Interno	Externo